

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-247791

(43)Date of publication of application : 30.08.2002

(51)Int.Cl.

H02K 3/47
H02K 1/04
H02K 1/12
H02K 3/04
H02K 3/34
H02K 15/04
H02K 15/08
H02K 29/00

(21)Application number : 2001-039836

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 16.02.2001

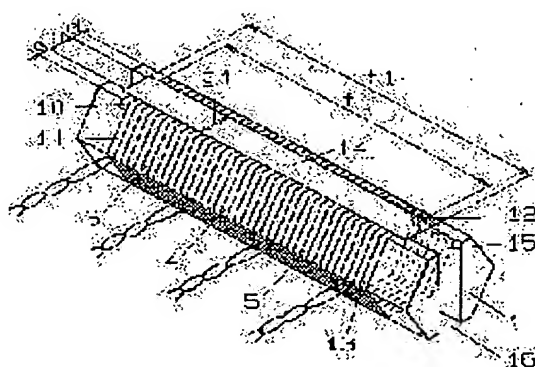
(72)Inventor : TOYOSHIMA HIROYOSHI
KUWATANI GOTARO

(54) WINDING DEVICE AND MOTOR USING WINDING PRODUCED BY THE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a motor with a slotless core, in which a flat press-forming coil formed by using a division-type winding mandrel and a restriction press, is employed.

SOLUTION: Concerning a winding device for making a winding of a motor, steps include: (1) a mandrel is divided; (2) the opening angle of the mandrel is set to be not less than 120 degrees; and (3) a guide which restricts a widthwise elongation in a flat-forming process is provided. Concerning an insulation film and the shape of a core, steps include: (1) the insulating film is formed through electrodeposition or vacuum deposition; (2) the core has a center cylindrical part and end cylindrical parts; and (3) the core has a center cylindrical part and core parts with reduced diameters.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-247791

(P2002-247791A)

(43) 公開日 平成14年8月30日 (2002. 8. 30)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)	
H 0 2 K	3/47	H 0 2 K	3/47	5 H 0 0 2
	1/04		1/04	Z 5 H 0 1 9
	1/12		1/12	B 5 H 6 0 3
	3/04		3/04	E 5 H 6 0 4
	3/34		3/34	B 5 H 6 1 5
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 26 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願2001-39836(P2001-39836)

(22) 出願日 平成13年2月16日 (2001. 2. 16)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 豊島 弘祥

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 桑谷 豪太郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 巻線装置とそれで製作した巻線を使用したモータ

(57) 【要約】

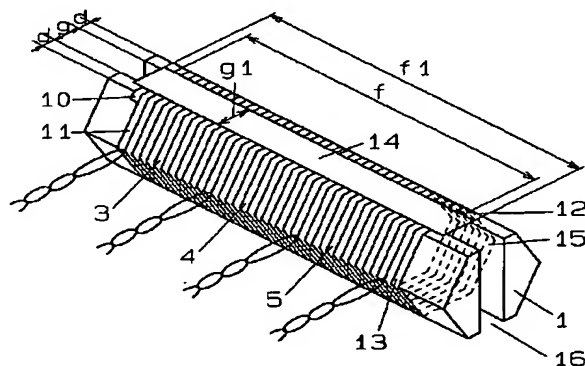
【課題】 分割タイプの巻線用マンドレルと規制プレスを用いた平プレスフォーミングコイルを使用したスロットレスコア付きモータを提供することを目的とする。

【解決手段】 モータの巻線を製作する巻線装置について、

- (1) マンドレルを分割する。
- (2) マンドレルの開き角を120度以上にする。
- (3) 平フォーミングの時に幅方向に延びを規制するガイドを設ける。

コアの絶縁、形状について

- (1) 電着塗装や真空蒸着重合膜の絶縁
- (2) 中央円筒部と端部円筒部の形成されたコア
- (3) 中央円筒部と減少外径コア部の形成されたコア



【特許請求の範囲】

【請求項1】 六角形に巻線を巻線用マンドレルに巻層し、マンドレルに巻層した状態で、その六面のうち対面する2面にテープを貼り付けて仮固定した後に、マンドレルから巻層した巻線を抜き取り、前記テープが上下になるように平プレスし、前記平プレスした平プレスフォーミングコイルをカールして円筒状成形した巻線を使用するスロットレスコア付きモータにおいて、その巻線を製作するための巻線用マンドレルの開き角が121度以上170度以下であるマンドレルを使用して、平プレス時の平プレスフォーミングコイルの傾斜部の開き角が121度以上170度以下にしたことが特徴の巻線を絶縁した円筒状のコアの外周に配置したスロットレスコア付きモータ。

【請求項2】 六角形に巻線を巻線用マンドレルに巻層し、マンドレルに巻層した状態で、その六面のうち対面する2面にテープを貼り付けて仮固定した後に、マンドレルから巻層した巻線を抜き取り、前記テープが上下になるように平プレスし、前記平プレスした平プレスフォーミングコイルをカールして円筒状成形した巻線を使用するスロットレスコア付きモータにおいて、その巻線を製作するための巻線用マンドレルが2つに分割され、その2つのマンドレルの間には隙間が設けられていることが特徴の請求項1記載のスロットレスコア付きモータ。

【請求項3】 六角形に巻線を巻線用マンドレルに巻層し、マンドレルに巻層した状態で、その六面のうち対面する2面にテープを貼り付けて仮固定した後に、マンドレルから巻層した巻線を抜き取り、前記テープが上下になるように平プレスし、前記平プレスした平プレスフォーミングコイルをカールして円筒状成形した巻線を使用するスロットレスコア付きモータにおいて、その電機子を製作するための巻線用マンドレルが2つに分割され、そのマンドレルは巻線の開き角を決定する角度をもった2つの傾斜面が構成され、その傾斜面の一端はもう一方のマンドレルに向かった平行部が構成されたマンドレルであって、傾斜面の両端の距離は電機子の電気角180度に相当する長さに規定されたことが特徴の請求項2記載のスロットレスコア付きモータ。

【請求項4】 六角形に巻線を巻線用マンドレルに巻層し、マンドレルに巻層した状態で、その六面のうち対面する2面にテープを貼り付けて仮固定した後に、マンドレルから巻層した巻線を抜き取り、前記テープが上下になるように平プレスし、前記平プレスした巻線をカールして円筒状成形した巻線を製造する巻線装置を使用して製作された巻線を使用したスロットレスコア付きモータにおいて、前記平プレスする工程で、巻層した巻線をフォーミングして倒して、平にする方向と平行に巻線の両サイドに巻線が平方向に対して直角方向に広がらないように規制して平プレスし、その巻線を使用したスロットレスコア付きモータ。

【請求項5】 平プレスする工程で、巻層した巻線をフォーミングして倒して、平にする方向と平行に巻線の両サイドに巻線が平方向に対して直角方向に広がらないように規制して平プレスする装置に、巻線の端子部にはその規制プレスの規制が及ばないように、端子部の逃げのための切り込み部を設けた請求項4記載の巻線を使用したスロットレスコア付きモータ。

【請求項6】 六角形に巻線を巻線用マンドレルに巻層し、マンドレルに巻層した状態で、その六面のうち対面する2面にテープを貼り付けて仮固定した後に、マンドレルから巻層した巻線を抜き取り、前記テープが上下になるように平プレスし、前記平プレスした平プレスフォーミングコイルをカールして円筒状成形した巻線を使用するスロットレスコア付きモータにおいて、前記平プレスする工程で、巻層した巻線をフォーミングして倒して、平にする方向と平行に巻線の両サイドに巻線が平方向に対して直角方向に広がらないように規制して平プレスし、巻線の端子部をフォーミングするために再度、幅方向規制のない状態のプレス装置で平プレスをして平プレスフォーミングコイルを使用した巻線を使用した請求項4記載のスロットレスコア付きモータ。

【請求項7】 円筒状の巻線を絶縁された円形断面のコアの外周に配置したスロットレスコア付きモータにおいて、円筒状の巻線の平行部に相当するコアの範囲が円筒形状の第一の円筒部を形成し、円筒状巻線の傾斜部に相当するコアの範囲は第一の円筒部外径よりも外径が小さな第二の円筒部を第一の円筒部の外側に構成したことが特徴のスロットレスコア付きモータ。

【請求項8】 円筒状の巻線を絶縁された円形断面のコアの外周に配置したスロットレスコア付きモータにおいて、円筒状の巻線の平行部に相当するコアの範囲が円筒形状の円筒部を形成し、円筒状巻線の傾斜部に相当するコアの範囲は円筒部の端面からコア端面まで外径が減少する径減少円形断面形状部を円筒部の外側に構成したことが特徴のスロットレスコア付きモータ。

【請求項9】 円筒状の巻線を絶縁された円形断面のコアの外周に配置したスロットレスコア付きモータにおいて、巻線を製造するためのマンドレルが請求項1、2、3記載の巻線装置を使用して製造された請求項1、2、3記載の円筒状の巻線を使用した請求項7、8記載のスロットレスコア付きモータ。

【請求項10】 円筒状の巻線を絶縁された円形断面のコアの外周に配置したスロットレスコア付きモータにおいて、巻線を製造するために請求項4、5、6記載の規制プレス巻線装置を使用して製造された請求項4、5、6記載の円筒状の巻線を使用した請求項7、8記載のスロットレスコア付きモータ。

【請求項11】 円筒状の巻線を絶縁された円形断面のコアの外周に配置したスロットレスコア付きモータにおいて、コアの絶縁膜を電着塗装膜で形成したことが特徴

の請求項7、8、9、10記載のスロットレスコア付きモータ。

【請求項12】 円筒状の巻線を絶縁された円形断面のコアの外周に配置したスロットレスコア付きモータにおいて、コアの絶縁膜を真空蒸着重合膜で形成したことが特徴の請求項7、8、9、10記載のスロットレスコア付きモータ。

【請求項13】 コア絶縁膜が真空蒸着重合膜であって、その真空蒸着重合膜がポリアミド、ポリアゾメチル、ポリ尿素、ポリオキサジアゾール、ポリウレタン、ポリエステルなどに加えて、ポリイミド、フッ素化ポリイミド、ベンゾシクロブテン、フッ素化アモルファスカーボン、有機ガラス、バリレンのいずれか一つから形成されたことが特徴の請求項12記載のスロットレスコア付きモータ。

【請求項14】 六角形に巻線を巻線用マンドレルに巻層し、マンドレルに巻層した状態で、その六面のうち対面する2面にテープを貼り付けて仮固定した後に、マンドレルから巻層した巻線を抜き取り、前記テープが上下になるように平プレスし、前記平プレスした巻線をカールして円筒状成形した巻線を使用したスロットレスコア付きモータに使用した巻線を製造する巻線装置において、その巻線を製作するための巻線用マンドレルの開き角が121度以上170度以下であるマンドレルの巻線装置であって、その巻線を製作するための巻線用マンドレルが2つに分割され、その2つのマンドレルの間には隙間が設けられていることが特徴の巻線装置。

【請求項15】 六角形に巻線を巻線用マンドレルに巻層し、マンドレルに巻層した状態で、その六面のうち対面する2面にテープを貼り付けて仮固定した後に、マンドレルから巻層した巻線を抜き取り、前記テープが上下になるように平プレスし、前記平プレスした巻線をカールして円筒状成形した巻線を使用したスロットレスコア付きモータに使用した巻線を製造する巻線装置において、前記平プレスする工程で、巻層した巻線をフォーミングして倒して、平にする方向と平行に巻線の両サイドに巻線が平方向に対して直角方向に広がらないように規制プレスしたことが特徴の巻線装置。

【請求項16】 平プレスする工程で、巻層した巻線をフォーミングして倒して、平にする方向と平行に巻線の両サイドに巻線が平方向に対して直角方向に広がらないように規制して平プレスする装置に、巻線の端子部にはその規制プレスの規制が及ばないように、端子部の逃げのための切り込み部を設けた請求項15記載の巻線を製造する巻線装置。

【請求項17】 請求項1から請求項13のいずれか1項に記載のスロットレスコア付きモータを使用したOA機器。

【請求項18】 請求項1から請求項13のいずれか1項に記載のスロットレスコア付きモータを使用した医療

機器。

【請求項19】 請求項1から請求項13のいずれか1項に記載のスロットレスコア付きモータを使用した通信端末機器。

【請求項20】 請求項1から請求項13のいずれか1項に記載のスロットレスコア付きモータを使用した記録媒体駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【発明の属する技術分野】本発明は、円筒状成形した巻線を使用するスロットレスコア付きモータの巻線装置と巻線方法及び前記巻線装置や巻線方法を使用して作ったスロットレスコア付きモータと、このスロットレスコア付きモータを使用した情報機器やOA機器や医療機器や通信端末機器に関するものである。

【0002】

20 【従来の技術】従来のOA機器や医療機器や通信端末機器などに使用されるコアレスモータは振動用ベジャに代表されるように小形軽量の要求があり、各社小形のモータを開発発売してきている。

【0003】その中で、最近携帯端末機器の通話待機時間の長時間化のために、効率の良いモータが必要とされてきている、またOA機器などの省エネルギーの一環としてモータ効率の優れたものへの開発が進められてきている、また医療機器ではモータ振動が大きいと体感できるレベルまでになるので低振動モータの開発も各社で研究がなされている。

30 【0004】一般にコアレスモータの巻線で知られている巻線をコア付きモータに使用した例はあまりない。一般の形状のコア付きモータの方が発生トルクが大きいため、特徴を生かして、特殊な用途に使用される機会が大きくなりつつある。コアをスロットレスのコア形状にして、トルク脈動の少ない用途に使用されていることが想定される。

【0005】そのようなモータでは印加電圧も低く、巻線の巻線方式としては△結線が多い。Y結線は大きなモータで特殊な仕様のモータに使用されるだけで、ほとんど△結線である。この理由としては、Y結線では巻線を1カ所に結束する必要があるので、コアがついていると作業的にも邪魔になる。したがって、巻線の方法を△結線にして、巻線の端末をすべて外周部で処理することに適しているからである。

【0006】コアレスモータの巻線方法は別して以下の3つがある。(図22)

(1)ヘキサ巻 (図22(a))

(2)菱形巻 (図22(b))

(3)ハネカム巻(図22(c))

まず、ヘキサ巻は別名六角巻やコダック方式巻と呼ばれている。巻線は自己融着線により形成され、加熱等によって巻線の被膜同士が融着固着されて成形される。中空

円筒のヘキサ巻は円筒軸方向に巻線の一部が揃うので、トルク発生に寄与する円筒軸方向の直線導体部が円筒の巻線の中央部に存在し、磁極の受ける力は有効に回転トルクに働くので3つの巻線方式で一番効率が良いとされている。電池駆動のモータではモータの効率の良い方式を採用し、消費電流の低減を実現する必要があるので、携帯端末機器などに使用されるコアレスモータはヘキサ巻がほとんどである。しかしながら、ヘキサ巻の欠点は加工に多くの手間がかかり作業性が悪いことである。

【0007】次に、菱形巻は別名マクソン方式巻と呼ばれて、ヘキサ巻の亜流に考えられている。トルクに寄与する導体部が軸方向に対して傾斜しているため、巻線の利用効率がヘキサ巻に比べて悪く、最近のモータの小形化、高効率化に際しては、あまり好ましい巻線工法ではなくなってきている。

【0008】また、ハネカム巻は別名ファールハーバ方式巻とも呼ばれている。ハネカム巻も菱形巻と同様にトルクに寄与する円筒軸方向の直線導体部がなく、ヘキサ巻に比べて巻線の利用効率が悪い。

【0009】最近の通信機器の携帯電話は、振動用モータにコアレスモータを使用し、実用新案登録3007571号公報にあるように、ヘキサ巻の巻線を使用し、特性を向上させて、消費電流を低減させることにより、携帯電話に使用する電池寿命をのばし、通話時間や待機時間を長くした商品を発売してきている。この通話時間や待機時間の長時間化は商品開発のコンセプトの1つでもある。

【0010】ただ、このヘキサ巻には、加工に多くの工程があり、加工作業性があまり良くない。いろいろな点で、作業効率を向上させる工夫がなされている。特許2913838号公報のように整流子ライザ一部にリング状のコイル結線部を設けて、接続を容易にしているものや、特開平8-47216号公報のように巻線及び平行部に貼るテープに傾きをもち、円筒状にしたときに、平行部が厚くならないようにしている。

【0011】上記従来例はマグネットが巻線よりも内側に配置されたコアレスモータである。コアレスモータは回転部が巻線になっているので、低電圧での起動がしやすいなど、電池駆動用のモータには好適で使用されている。

【0012】ヘキサ巻線には前述したように、巻回作業、テープ仮固定作業、平板状プレス作業、カーリング作業、アニール作業の工程を必要とし、かなり工数がかかる。したがって、ヘキサ巻で特性を向上しつつ、巻線作業工程の作業性の向上に対する工夫が種々行われてきている。

【0013】コアレスモータと相対するモータとしてコア付きモータがあるが、さらにこのコア付きモータのうち、コアレスモータに使用する巻線を使用したコア付きモータがある。特開平7-99751号公報に示される

ように、このモータのコアは円筒状の巻線の円筒部内部に構成される円筒状コアであり、スロットのないスロットレスモータである。このスロットレスモータはスロットがないためにコキングトルクなどの変動がないなどの特徴を有し、振動の発生を嫌う製品に使用されている。コアレスモータのように低電圧による起動には好適でないため、携帯電話の振動用モータなどにはあまり使用されていない。

【0014】このスロットレスのコア付きモータは一般のスロット付きコア付きモータに比べて、発生トルクは小さいが、振動を嫌う医療用機器のモータや特殊環境の計測機器用モータあるいは、高度の回転精度を必要とするHDDなどの記録媒体駆動用の情報機器用モータとして使用されつつある。また、省エネルギーの観点から効率の向上が必要になりつつあり、スロットレスのコア付きモータの場合でも巻線はヘキサ巻線などが使用され、コアレスモータの巻線と同様に特性向上が必要となる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】一般的にはコア付きモータに比べて、コアレスモータやスロットレスのコア付きモータはエネルギー効率が劣るので、効率の改善が必要である。

【0016】スロットレスのコア付きモータの場合にも巻線はヘキサ巻線などが使用される。したがって、コアレスモータの巻線と同様にヘキサ巻線での特性向上が必要となる。課題を解決するために、上記従来例のヘキサ巻の巻線作業工程について、もう少し詳しく説明する。

【0017】巻回作業については、ヘキサ巻をする場合、六角形のマンドレル（マンドレルともいう）に整列に巻線を巻回する。

【0018】次にテープ仮固定作業については、マンドレルに巻回した状態で、巻崩れ防止のためにテープで仮固定し、その状態でマンドレルから抜き取る。このマンドレルは六角形であり、断面が六角形の形状を保ったまま、若干のテーパとなっている。従来使用していたものは1/100～1/1000のテーパ度となったものであり、比較的線径の大きな巻線（φ1.0以上）の場合には問題なく使用できた。

【0019】次に、平板状作業については、マンドレルから抜き取った巻線の六角形の一对の対向面をマンドレル軸方向に倒して、平板状にする。その際の一対の対向面には前記のテープが貼られている面を用いる。

【0020】さらに、カーリング作業については、すでに平板状にした巻線をカーリング棒（成形棒、棒ともいう）に巻き付ける。その際カーリング成形した外周にテープを巻き付ける。このテープを巻き付けることで、カーリング棒から取り出した時に、カーリング成形後の巻線の成形外径が安定に保たれる上に、ばらつきが小さくなる。また、次工程のアニール作業の作業性が向上し、作業途上で断線などの不具合の発生がなくなる。

【0021】次に、アニール作業については、カーリング成形した状態の巻線を加熱して成形を強固なものにする。巻線は自己融着線を使用しているため、加熱することで巻線同士が融着し、バラけたりしなくなる。前工程で使用したテープ関係で、さらに強度的にも強固なものになる。

【0022】マンドレルは六角形の実軸断面になっているので、巻線をマンドレルから抜き取るために、六角形のマンドレルにテープを施している。このテープのために、マンドレルに巻回する始めの箇所の六角形とマンドレルに巻回する終わりの箇所の六角形とは大きさが異なり、平板状にすると平フォーミングの状態が、巻回始めの箇所の幅に比べて巻回の終わりの箇所の幅が短くなる。したがって、カーリング成形する際にはその巻回始め部と巻回終わり部を重ね合わせると不連続なカーリング成形体ができあがる上に、巻線の抵抗値が場所によって異なるために、各相間の抵抗値に差が生じ、各相での発生トルクにばらつきが生じる。モータが小形になるにつれて、発生するトルク値が相対的に小さくなってくると、その発生トルクのばらつきが起動性能や制御性能に対して好ましくなくなってくる。

【0023】このマンドレルは六角形であり、断面が六角形の形状を保ったまま、若干のテープとなっている。従来使用していたものは1/100~1/1000のテープ度となったものであり、比較的線径の大きな巻線(φ1.0mm以上)の場合には問題なく使用できたが、小形のモータになると巻線の線径もφ1.0mm以下のものではマンドレルから巻線を抜き取る際に巻線が崩れてしまうので、テープ度を大きくして巻線が崩れないようにすると上記説明のように、抵抗値のばらつきが大きくなる。

【0024】そのために、マンドレルを実軸の六角形断面でない、分割タイプにして、テープ度のないマンドレルとして、巻線装置を分割タイプが可能のように工夫し、その巻線装置で巻回した巻線を使用したモータを提供しようとする。

【0025】また、スロット付きコア付きモータは巻線をコアに巻回し、コアの外径からはみ出さないために、モータのサイズ検討の場合にコアなどの変更をしなくてもいいが、ヘキサ巻のような円筒状の巻線の場合は、巻線の出来上がり寸法によって、部材の寸法を変更しなくてはならないために、モータの設計に時間がかかる。

【0026】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するため、巻線の工程で特性の向上に繋がる工夫を盛り込むことにした。

【0027】スロット付きコア付きモータは巻線をコアに巻回し、コアの外径からはみ出さないために、モータのサイズ検討の場合にコアなどの変更をしなくてもいいが、ヘキサ巻のような円筒状の巻線の場合は、巻線の出

来上がり寸法によって、部材の寸法を変更しなくてはならないので、部材寸法の変更をしなくても良いモータの巻線製作工法が必要である。

【0028】モータのサイズが決定した中でモータ特性を向上させるのは、ヘキサ巻での円筒軸方向の直線導体部の長さを長くできれば可能である。平フォーミングした平板状の巻線の幅はモータサイズから決定しているため、巻線部の傾斜部の占める割合を下げる必要がある。傾斜部の幅寸法が短くなるようにマンドレルの開き角を大きくすることで、効率の向上を行う。

【0029】従来のマンドレルは正六角形であり、マンドレルの開き角は120度である。実軸マンドレルでも、軸方向直線導体部を長くするためにはマンドレルの開き角を120度以上にする。巻線を巻回する時は実軸状態であって、巻線を取り出す時は実軸ではないようにしている。

【0030】直線部を長くするためには、傾斜部の幅寸法を短くすることであるが、平プレスする過程で、傾斜部が伸びてしまい、マンドレルの傾斜部の幅寸法より長くなる。その傾斜部の伸び分を考慮して軸方向直線導体部の長さを決定することになる。

【0031】この傾斜部の伸び分が小形モータでは、特性に及ぼす影響が大きいので、伸びを規制して平プレスすることで比較的長い直線導体部が得られる。

【0032】以上を簡単にまとめると、ヘキサ巻の円筒状巻線を製作する巻線装置について、

(1) マンドレルを分割する。

(2) マンドレルの開き角を120度以上にする。但しマンドレルの開き角は170度以下。

(3) 平プレスの時の幅方向への伸びを規制するガイドを設ける。

【0033】この項目を1つ以上盛り込むことで、従来にはない巻線が可能となり、この巻線装置で作成された巻線を使用したモータはモータ特性を向上させることができる。

【0034】スロットレスのコア付きモータに、上記円筒状巻線を使用するにあたって、モータの効率を向上させるために、

(1) モータのマグネットと巻線とのギャップを狭くする。

(2) 巻線の傾斜部に相当する部分のコアの外径を小さくする。

(3) コアと巻線との絶縁に電着塗装膜を使用する。

(4) コアと巻線との絶縁に真空蒸着重合膜を使用する。

(5) 巻線のアニール工程の際にモータコアを使用する。

【0035】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、六角形に巻線を巻線用マンドレルに巻回し、マンド

10

20

30

40

50

レル（巻棒）に巻層した状態で、その六面のうち対面する2面にテープを貼り付けて仮固定した後に、マンドレルから巻層した巻線を抜き取り、前記テープが上下になるように平プレスし、前記平プレスした平プレスフォーミングコイルをカールして円筒状成形した巻線を使用するスロットレスコア付きモータにおいて、その巻線を製作するための巻線用マンドレルの開き角が121度以上170度以下であるマンドレルを使用して、平プレス時の平プレスフォーミングコイルの傾斜部の開き角が121度以上170度以下にしたことが特徴の巻線を絶縁した円筒状のコアの外周に配置したスロットレスコア付きモータとしたものであり、巻線の緒元が決まった中でヘキサ巻での円筒軸方向の直線導体部の長さを長くすることができ、傾斜部の巻線部の占める長さ割合を下げるため、サイズが決定した中でモータ特性を向上させることができるという作用を有する。

【0036】請求項2に記載の発明は、六角形に巻線を巻線用マンドレルに巻層し、マンドレルに巻層した状態で、その六面のうち対面する2面にテープを貼り付けて仮固定した後に、マンドレルから巻層した巻線を抜き取り、前記テープが上下になるように平プレスし、前記平プレスした平プレスフォーミングコイルをカールして円筒状成形した巻線を使用するスロットレスコア付きモータにおいて、その巻線を製作するための巻線用マンドレルが2つに分割され、その2つのマンドレルの間には隙間が設けられていることが特徴の請求項1記載のスロットレスコア付きモータとしたものであり、分割タイプのマンドレルの隙間を変えることでマンドレル間隔を調整することができるうえに、分割したマンドレルのために、隙間を零にするようにマンドレルをあわせて、巻形状を保ったまま、巻線をマンドレルから抜き取ることが容易にできる。また、抜きやすくするためテーパ状にマンドレルをすることもないために特性のばらつきのない巻線を使用したモータができるという作用を有する。

【0037】請求項3に記載の発明は、六角形に巻線を巻線用マンドレルに巻層し、マンドレルに巻層した状態で、その六面のうち対面する2面にテープを貼り付けて仮固定した後に、マンドレルから巻層した巻線を抜き取り、前記テープが上下になるように平プレスし、前記平プレスした平プレスフォーミングコイルをカールして円筒状成形した巻線を使用するスロットレスコア付きモータにおいて、その電機子を製作するための巻線用マンドレルが2つに分割され、そのマンドレルは巻線の開き角を決定する角度をもった2つの傾斜面が構成され、その傾斜面の一端はもう一方のマンドレルに向かった平行部が構成されたマンドレルであって、傾斜面の両端の距離は電機子の電気角180度に相当する長さに規定されたことが特徴の請求項2記載のスロットレスコア付きモータとしたものであり、分割タイプのマンドレルを使用することで、マンドレル間隔を容易に調整することができ

るうえに、分割したマンドレルのマンドレル幅を電機子の電気角180度に相当する長さに規定するために、比較的長いマンドレルの幅が確保できる、また、マンドレルの開き角も大きくできるために平行部を長くでき、モータ特性のよいスロットレスコア付きモータができるという作用を有する。

【0038】請求項4に記載の発明は、六角形に巻線を巻線用マンドレルに巻層し、マンドレルに巻層した状態で、その六面のうち対面する2面にテープを貼り付けて仮固定した後に、マンドレルから巻層した巻線を抜き取り、前記テープが上下になるように平プレスし、前記平プレスした巻線をカールして円筒状成形した巻線を製造する巻線装置を使用して製作された巻線を使用したスロットレスコア付きモータにおいて、前記平プレスする工程で、巻層した巻線をフォーミングして倒して、平にする方向と平行に巻線の両サイドに巻線が平方向に対して直角方向に広がらないように規制して平プレスし、その巻線を使用したスロットレスコア付きモータとしたものであり、円筒軸方向の直線導体部の長さを長くでき、巻線部の傾斜部の占める長さ割合を下げるため、モータ特性の優れたスロットレスコア付きモータができるうえに、規制プレスをすることで傾斜部の長さの伸びが少なくなるので、マンドレルの距離に近い巻線長さのものができ、巻線長さが決まればマンドレルの設計が短期間にできるという作用を有する。

【0039】請求項5に記載の発明は、平プレスする工程で、巻層した巻線をフォーミングして倒して、平にする方向と平行に巻線の両サイドに巻線が平方向に対して直角方向に広がらないように規制して平プレスする装置に、巻線の端子部にはその規制プレスの規制が及ばないように、端子部の逃げのための切り込み部を設けた請求項4記載の巻線を使用したスロットレスコア付きモータとしたものであり、切り込み部に端子部を収納してプレスすることによって端子部が規制プレスされない。切り込み部がない端子部が折り重なった状態でプレスすることで巻線や端子部に断線などの影響が生じやすいうえに、プレス後にプレスされた端子部を取りはずす時にその端子部にダメージを与える危険性がないという作用を有する。

【0040】請求項6に記載の発明は、六角形に巻線を巻線用マンドレルに巻層し、マンドレルに巻層した状態で、その六面のうち対面する2面にテープを貼り付けて仮固定した後に、マンドレルから巻層した巻線を抜き取り、前記テープが上下になるように平プレスし、前記平プレスした平プレスフォーミングコイルをカールして円筒状成形した巻線を使用するスロットレスコア付きモータにおいて、前記平プレスする工程で、巻層した巻線をフォーミングして倒して、平にする方向と平行に巻線の両サイドに巻線が平方向に対して直角方向に広がらないように規制して平プレスし、巻線の端子部をフォーミン

グするために再度、幅方向規制のない状態のプレス装置で平プレスをして平プレスフォーミングコイルを使用した巻線を使用したスロットレスコア付きモータとしたものであり、規制プレスのコーナー部に相当する平プレスフォーミングコイルの厚みを所定の厚みまでプレスすることができるうえに、端子部にもプレスが行われ、所定の厚みになるために、エアギャップが均一なスロットレスコア付きモータが可能であるという作用を有する。

【0041】請求項7に記載の発明は、円筒状の巻線を絶縁された円形断面のコアの外周に配置したスロットレスコア付きモータにおいて、円筒状の巻線の平行部に相当するコアの範囲が円筒形状の第一の円筒部を形成し、円筒状巻線の傾斜部に相当するコアの範囲は第一の円筒部外径よりも外径が小さな第二の円筒部を第一の円筒部の外側に構成したことが特徴のスロットレスコア付きモータとしたものであり、円筒状の巻線の平行部と傾斜部の巻線厚みが異なるために、コアの径を巻線の厚みにあわせて変えることによってコアの外周に巻線を配置した時の上記コアを使用してコア巻線組立体にしたとき巻線がコアに密着するので、コア巻線組立体の外径が場所によって大きく違わないようになる。そのためにマグネットとのギャップが全体的に均一に確保できるので、モータの特性がより向上できるという作用を有する。

【0042】請求項8に記載の発明は、円筒状の巻線を絶縁された円形断面のコアの外周に配置したスロットレスコア付きモータにおいて、円筒状の巻線の平行部に相当するコアの範囲が円筒形状の円筒部を形成し、円筒状巻線の傾斜部に相当するコアの範囲は円筒部の端面からコア端面まで外径が減少する径減少円形断面形状部を円筒部の外側に構成したことが特徴のスロットレスコア付きモータとしたものであり、円筒状の巻線の平行部と傾斜部の巻線厚みが異なるために、コアの径を巻線の厚みにあわせて変えることによってコアの外周に巻線を配置した時の上記コアを使用してコア巻線組立体にしたとき巻線がコアに密着するので、コア巻線組立体の外径が場所によって大きく違わないようになる。そのためにマグネットとのギャップが全体的に均一に確保できるので、モータの特性がより向上できる。またコアの端部の径が減少する径減少円形断面形状部になっているので、傾斜部の巻線が複数層になれば端にいくほど巻線厚みが増す。その巻線の厚みの変化に対して、コアに密着した状態でコアの外周に配置することができるという作用を有する。

【0043】請求項9に記載の発明は円筒状の巻線を絶縁された円形断面のコアの外周に配置したスロットレスコア付きモータにおいて、巻線を製造するためのマンドレルが請求項1、2、3記載の巻線装置を使用して製造された請求項1、2、3記載の円筒状の巻線を使用した請求項7、8記載のスロットレスコア付きモータとしたものであり、マンドレルの開き角が大きくなると円筒状

の巻線の平行部と傾斜部の巻線厚み差が大きくなるために、コアの外周に巻線を配置しても、巻線の傾斜部に相当する箇所のコア径を小さくし、巻線の平行部に相当する箇所のコア径を大きくして、コア巻線組立体にしたときの巻線外径を場所によって同じ径レベルにすることで、モータのマグネットと巻線とのギャップを均一にし、信頼性を向上させ、コアの径を場所により違えることで巻線の平行部とマグネットとのギャップを小さくすることができるのでスロットレスコア付きモータの特性をより向上できるという作用を有する。

【0044】請求項10に記載の発明は円筒状の巻線を絶縁された円形断面のコアの外周に配置したスロットレスコア付きモータにおいて、巻線を製造するために請求項4、5、6記載の規制プレス巻線装置を使用して製造された請求項4、5、6記載の円筒状の巻線を使用した請求項7、8記載のスロットレスコア付きモータとしたものであり、マンドレルの開き角が大きくなると円筒状の巻線の平行部と傾斜部の巻線厚み差が大きいために、コアの外周に巻線を配置する場合に、巻線の傾斜部に相当する箇所のコア径を小さくし、巻線の平行部に相当する箇所のコア径を大きくして、コア巻線組立体にしたとき巻線外径を場所によって同じ径レベルにすることで、モータのマグネットと巻線とのギャップを均一にし、信頼性を向上させ、コアの径を場所により違えることで巻線の平行部とマグネットとのギャップを小さくできるのでスロットレスコア付きモータの特性がより向上できる。規制プレス工程があることで、巻線の平行部の割合を増すのでよりモータのトルク特性が向上するという作用を有する。

【0045】請求項11に記載の発明は円筒状の巻線を絶縁された円形断面のコアの外周に配置したスロットレスコア付きモータにおいて、コアの絶縁膜を電着塗装膜で形成したことが特徴の請求項7、8、9、10記載のスロットレスモータとしたものであり、絶縁性の優れた膜が電着塗装で容易に形成できるうえに、耐環境性が優れているために油などの環境の中でのモータ使用が可能となるという作用を有する。

【0046】請求項12に記載の発明は、円筒状の巻線を絶縁された円形断面のコアの外周に配置したスロットレスコア付きモータにおいて、コアの絶縁膜を真空蒸着重合膜で形成したことが特徴の請求項7、8、9、10記載のスロットレスコア付きモータとしたものであり、絶縁性の優れた膜が真空蒸着重合法で容易に形成できるうえに、その真空蒸着重合膜は耐環境性が優れているために油などの環境の中でのモータ使用が可能となる、さらには膜厚が薄くできるので巻線とコアとの距離が小さくできるのでモータのトルク特性がいい、さらに真空蒸着重合膜はエッジのカバー率がいいので角部の絶縁が確保でき、複雑なコアでも各箇所とも均一な膜厚を形成することができるので絶縁が容易にできる、またこの方法は無媒

体、無溶媒で重合できること、真空中にて行うので不純物の混入が避けられるうえに、分子配列の制御が可能であるという作用を有する。

【0047】請求項13に記載の発明は、コア絶縁膜が真空蒸着重合膜であって、その真空蒸着重合膜がポリアミド、ポリアゾメチル、ポリ尿素、ポリオキサジアゾール、ポリウレタン、ポリエステルなどに加えて、ポリイミド、フッ素化ポリイミド、ベンゾシクロブテン、フッ素化アモルファスカーボン、有機ガラス、バリレンのいずれか一つから形成されたことが特徴の請求項12記載の10 スロットレスコア付きモータとしたものであり、コアの角部のカバーコート率が良好なので、巻線とコアとの絶縁が確実にできるという作用を有する。

【0048】請求項14に記載の発明は、六角形に巻線を巻線用マンドレルに巻層し、マンドレルに巻層した状態で、その六面のうち対面する2面にテープを貼り付けて仮固定した後に、マンドレルから巻層した巻線を抜き取り、前記テープが上下になるように平プレスし、前記平プレスした巻線をカールして円筒状成形した巻線を使用したスロットレスコア付きモータに使用した巻線を製造する巻線装置において、その巻線を製作するための巻線用マンドレルの開き角が121度以上170度以下であるマンドレルの巻線装置であって、その巻線を製作するための巻線用マンドレルが2つに分割され、その2つのマンドレルの間には隙間が設けられていることが特徴の巻線装置としたものであり、巻線の緒元が決まった中でヘキサ巻での円筒軸方向の直線導体部の長さを長くでき、巻線の傾斜部の占める長さ割合を下げることで、モータ特性の優れた巻線ができる。さらに、分割タイプのマンドレルの隙間を変えることでマンドレル間隔を調整することができるうえに、分割したマンドレルのために、隙間を零にするようにマンドレルをあわせて、巻形状を保ったまま、巻線をマンドレルから抜き取ることが容易にできるという作用を有する。

【0049】請求項15に記載の発明は、六角形に巻線を巻線用マンドレルに巻層し、マンドレルに巻層した状態で、その六面のうち対面する2面にテープを貼り付けて仮固定した後に、マンドレルから巻層した巻線を抜き取り、前記テープが上下になるように平プレスし、前記平プレスした巻線をカールして円筒状成形した巻線を使用したスロットレスコア付きモータに使用した巻線を製造する巻線装置において、前記平プレスする工程で、巻層した巻線をフォーミングして倒して、平にする方向と平行に巻線の両サイドに巻線が平方向に対して直角方向に広がらないように規制プレスしたことが特徴の巻線装置としたものであり、円筒軸方向の直線導体部の長さを長くでき、傾斜部の巻線部の占める長さ割合を下げることで、モータ特性の優れた巻線ができるうえに、規制プレスをすることで傾斜部の長さの伸びが少なくなるので、マンドレルの距離に近い巻線長さのものが

でき、巻線長さが決まればマンドレルの設計が短期間に行けるといえる作用を有する。

【0050】請求項16に記載の発明は、平プレスする工程で、巻層した巻線をフォーミングして倒して、平にする方向と平行に巻線の両サイドに巻線が平方向に対して直角方向に広がらないように規制して平プレスする装置に、巻線の端子部にはその規制プレスの規制が及ばないように、端子部の逃げのための切り込み部を設けた請求項15記載の電機子を製造する巻線装置としたものであり、切り込み部に端子部を収納してプレスすることによって端子部が規制プレスされない。切り込み部がないと端子部が折り重なった状態でプレスされることで、線や端子部が断線などの影響が生じやすいうえに、プレス後にプレスされた端子部を取りはずす時にその端子部にダメージを与える危険性がないという作用を有する。

【0051】請求項17から請求項20記載の発明は、本願発明のスロットレスコア付きモータを使用することにより、よりすぐれた特性のOA機器や医療機器や通信端末機器及び記録媒体駆動装置を得られるものである。

【0052】

【実施例】以下本発明の実施例について、図面を参照して説明する。

【0053】図1は本発明の一実施例における巻線装置に使用する分割タイプのマンドレル図である。図1において、(a)は正面図、(b)は上面図、(c)は左側面図である。図2は図1の分割タイプのマンドレルの巻線使用部断面図を示す。図3は図1に示す分割タイプのマンドレルの2個を巻線装置にセットした時のマンドレルの断面説明図である。

【0054】図1、図2、図3において、1はマンドレル、2は傾斜部を示し、aはマンドレルの開き角、bはマンドレルの開き幅、cはマンドレルの傾斜部厚み、dはマンドレルの平行部厚みである。

【0055】図1に示すマンドレルは開き角aの角度を持ち、マンドレルの開き幅bで規定されるまで傾斜部が構成されるため、図2、図3に示すようにマンドレルの傾斜部厚みcはマンドレルの開き角aとマンドレルの開き幅bによって設定され、次式関係になる。

【0056】

【数1】

$$\tan(a/2) = (b/2) / c$$

【0057】マンドレルの開き幅bについては、巻線の仕様から設計的に求められる値である。その設計については後述する。

【0058】図3のように分割タイプのマンドレルを2個用いて巻線のマンドレルとすると、従来の六角形の実軸マンドレルを分割して、2つの分割タイプのマンドレルを合わせて、巻線用の1つのマンドレルにしたようなイメージであるが、図3のマンドレルの開き角は正六角形の頂角120度よりは大きくなっているうえに、2つ

のマンドレルによる断面は実軸状態にはならない。すなわち、図3に示すように隙間 g のある状態でマンドレルを配置構成している。図3に示す e はマンドレル間隔を示す。マンドレル間隔 e は平プレスフォーミング（または、平プレス、平フォーミングという）した状態の長さより短く設定されている。この設定量は巻線装置の調整の際に決定されるので、実軸状態にしてしまうと、マンドレル間隔 e を調整することが簡単にはできない。巻線の状態を調整することにおいてマンドレル間隔 e を調整することが巻線設定作業の中では多い。図3のような分割タイプのマンドレルの場合はマンドレル間隔 e の調整は、隙間 g を変えることで可能となる。したがって、分割タイプのマンドレルは調整が容易であるが、従来例のような実軸タイプのマンドレルの場合は隙間 g に相当するものがないのでマンドレル間隔の調整はできない。実軸の場合はまた新たにマンドレルを製作しなくてはならない。このことが分割タイプのマンドレルの大きな特徴の一つである。

【0059】巻線作業工程について以下に説明していく。従来例で説明したように巻回作業、テープ仮固定作業、平板状プレス作業、カーリング作業、アニール作業の順序となる。ただし、実施例では作業内容が異なっている。

【0060】図4は2個の分割タイプのマンドレルを使用した巻線巻回工程を説明する図である。

【0061】巻回作業は、分割した2つのマンドレル1で構成された六角形のマンドレル1の一端からマンドレル1に整列に巻線を巻回し、所定の巻数になると巻線の端子部（または端子処理部ともいう）を形成し、さらに、今までの巻回部の際から再度巻線を巻回する。その作業を所用の相数になるまで同じマンドレルの上で行う。

【0062】3相のヘキサ巻の巻線である図4を例にして説明する。3は第一相の巻線部、4は第二相の巻線部、5は第三相の巻線部を示し、第一相の巻線部3と第二相の巻線部4は端子部7を介して繋がっている。また第二相の巻線部4と第三相の巻線部5は端子部8を介して繋がっている。巻線の巻はじめ端10をマンドレルの一カ所に固定して、巻回作業の際でも巻線のテンションによって巻線がほどけないように固定する。巻回工程においては、巻線の巻はじめ端の固定処理が終われば、まず、一周程度マンドレルに仮巻し、仮巻部11を形成する。続いて、端子部6をマンドレルの開き角度の角部に作成し、第一相の巻線部3の巻線をその仮巻部11の際から巻始める。所定の巻数が終われば、端子部6側のマンドレルの開き角の箇所と同じ側の角部に端子部7を形成し、続いて、第二相の巻線部4を第一相の巻線部3の際から巻線開始し所定巻数を巻回して作成する。さらに、端子部6、7側と同じ側のマンドレルの開き角の角部に端子部8を形成し、第三相の巻線部5を第二相の巻

線部4の際から巻線開始し所定巻数を巻回して、端子部9を作成する。さらに、1周程度巻回して巻終わりの仮巻部13を形成し、巻線の巻終わりの端末処理する。その巻線の巻終わりの端末12はコイルボビンからの切断によって得られる。この切断には巻線にある程度テンションが作用している状態の方が切断位置が安定するので、テープの仮固定作業後に行うことで巻線の仕上がりが安定する。

【0063】次にテープ仮固定作業について説明する。図5はマンドレル1に巻回した巻線にテープ14で仮固定した状態を示す説明図である。マンドレル1に巻回した状態で、巻崩れ防止のためにテープ14（仮固定テープともいう）で仮固定する。その仮固定するテープ14の位置は、開き角を構成する面（すなわち、実際には開き角を構成する面は2つあり、開き角が2箇所あるため、六角形の6面のうち4面が該当する）以外の2面15、16である。この2面15、16は対面で構成され、開き角の角同士を結ぶ線に平行になっているので、次行程で平プレスフォーミングする場合、テープ14が上下に位置するように、すなわち、2面15、16は上下に重なるように平プレスフォーミングする。

【0064】テープ14で仮固定する幅は図3から、 $g + 2d$ になる。テープ14の幅 $g1$ は $g + 2d$ に基づき決められるが、次工程の平プレスフォーミングのプレス工程での巻線の仕上がりに具合で若干調整する。テープ14の幅 $g1$ は次の関係になるような範囲で決める。

【0065】

【数2】

$$g < g1$$

かつ

$$(g + 2d) / 2 < g1 < (g + 2d)$$

【0066】上式の $g < g1$ の関係は、テープ14を巻回した巻線に貼る場合、テープ14を巻線の上に置いて、テープ14を上から押さえてテープ14が巻線に密着して貼れることが必要であり、貼る巻線の下に固体部材が介在している必要があるので、分割のマンドレルの平行部にテープ14がかかるように、テープ14の幅は決定される。テープ貼りの作業性や巻線工程を十分考慮のうえで、マンドレルの平行部の幅 d は決定している。

【0067】上式の $(g + 2d) / 2 < g1 < (g + 2d)$ の関係は、巻回した平行部には巻線が整列に配置されていて、テープ幅が小さいとテープ14で固定していない平行部の整列巻回部の巻線が以降の作業工程の際に整列巻回状態がくずれてしまうために、テープで仮固定し、バラけないようにした関係式である。バラけてしまうと完成した巻線の厚みが局部的に変化するために、マグネットとの距離が変化したり、最悪はマグネットに接触したりすることにもなる。実際使用的には、（数2）の関係の中で、テープ幅は $(g + 2d)$ の80%程度に

している。

【0068】テープの長さ f_1 は、第一相巻線部3、第二相巻線部4、第三相巻線部5をはじめ、巻はじめ仮巻部11や巻はじめ端10、巻終わりの仮巻部13、巻終わり端12もテープ14で固定するために、巻線の巻回長さ f よりも長くする。すなわち、以下の関係にある。

【0069】

【数3】

$$f < f_1$$

【0070】次に、マンドレル1から巻線を抜き取る。分割したマンドレル1のために、隙間 g (図3参照) を零にするようにマンドレルをあわせると、巻線はテープ14で仮固定されているので巻形状を保ったまま、その六角形のマンドレルから抜き取ることが容易にできる。従来例のように実軸マンドレルの場合は、断面が六角形の形状を保ったまま、若干のテーパとなっているので、面倒であるが作業的には抜くことが可能である。このテーパの影響でマンドレル間隔 e がマンドレルの位置によって異なるために巻線の相間の抵抗値や相間の誘起電圧に相違が生じる問題が発生しやすい。そういった相間ばらつきは分割タイプのマンドレルにすることで解消される。分割タイプのマンドレルの場合、マンドレル間隔 e はマンドレルのどの位置でも同じになる。よって、従来例のような相間の抵抗値や誘起電圧のばらつきがほとんどない。

【0071】次に、平板状作業（または、平プレスフォーミング作業、平プレス作業ともいう）について説明する。マンドレルから抜き取った巻線の六角形の一对の対向面をマンドレル軸方向に倒して、平板状にする。その対向面とは前記テープ14での仮固定作業の際のテープが貼られている面15、16を示す。従来例のようにただ単に平板上にするのではなく、規制ガイドプレス工程と平板プレス工程の2工程で平板状の巻線にする。その規制ガイドプレス工程と平板プレス工程について、以下に説明していく。

【0072】規制ガイドプレス工程のその規制ガイドの一例を図6、図7に示す。規制ガイドとは、マンドレルから抜き取った巻線の六角形の一对の対向面をマンドレル軸方向に倒すと、その対向面を倒す方向に対して、直交する方向への巻線の伸び（または、広がり）寸法を規制するためのガイドである。図6、図7に示す規制ガイド17を基に規制ガイドについて説明をする。図6、図7において、18は規制ガイドの受け台、19は規制ガイドの壁ガイド、20はもう一方の規制ガイドの壁ガイド、21は規制ガイドのボンチ、22はボンチの凸部である。規制ガイドによってプレスによる巻線の伸びを抑えるために、巻線の規制のしやすさの点で巻線の線径を区別することが、発明者の経験などから判断した。

【0073】両壁ガイドで形成された凹部23の距離 h はマンドレル間隔 e に基づいて決定される。その関係

は、巻線（またはコイル）の導体線径 d_c が0.05mm以下、0.075mm以下、0.1mm以下、0.2mm以下の場合によって、以下のようになる。

【0074】

【数4】

(1) $d_c \leq 0.05\text{mm}$ の場合

$$e < h < e + 5 \cdot d_c$$

(2) $0.05\text{mm} < d_c \leq 0.075\text{mm}$ の場合

$$e + 2 \cdot d_c < h < e + 7 \cdot d_c$$

(3) $0.075 < d_c \leq 0.1\text{mm}$ の場合

$$e + 4 \cdot d_c < h < e + 10 \cdot d_c$$

(4) $0.1\text{mm} < d_c < 0.2\text{mm}$ の場合

$$e + 6 \cdot d_c < h < e + 15 \cdot d_c$$

【0075】両壁ガイド19、20で形成された凹形状の凹部23に六角形状の巻線24（図6のみに表現した）を設置し、凸形状のボンチ22で巻線をプレスする。その際に巻線の端子部はプレスしても規制ガイド19、20によって規制されないように、壁ガイド19、20の一方に端子部が収納できる切り込み部25が構成されている。図7において切り込み部25は壁ガイド20の方に設けられている。図4に示すような3相の巻線の場合は端子部が4つあるためにその切り込み部25は4カ所必要であり、図6の規制ガイドは3相巻線用の規制ガイドの例であり、図6にも25a、25b、25c、25dの符号で表される切り込み部25がある。切り込み部25に端子部を収納してプレスすることによって端子部は規制プレスされないようになっている。端子部は巻線の相の端子部にあたるため、外部に接続する必要があるため、端子部が接続できないようになると巻線としては不良となってしまう。この切り込み部25がない規制プレスでは、規制プレスの上にその端子部が折り重なった状態でプレスをすることになり、端子部が重なる関係でその周りの線や端子部が断線などの影響が生じやすいうえに、重なってプレスされた部分から端子部を取りはずす時にその端子部にダメージを与える危険性がある。この対策として端子部は規制ガイド17の壁ガイドの規制部から切り込み部25に端子部を収納して、端子部を規制プレスによる不具合の発生がないようにしている。

【0076】切り込み部25の幅寸法は、次のように考えて設計する。図8参照のこと。

【0077】巻線をプレスする場合、巻線の高さは巻線の線径を無視すれば、マンドレルの開き幅 b になり、プレスすることで巻線高さは零となると考える。また端子部は巻線高さの中央にあるので、 $(b/2)$ の高さにある。規制ガイドでのプレスによって巻線高さが零になるためには、巻線が単に上下に移動して高さが零になるのではなく、巻線がプレス面を摺動することにより、高さ

が零になる。図8はプレス工程での巻線高さが零になる巻線の軌跡のモデル図である。図8を用いて説明すれば、巻線が巻線高さ方向距離を半径にした軌跡を描いて、高さが零になる。図8はプレス工程では、上側の巻線26と下側の巻線27はプレスする前は巻線26aの位置と巻線27の位置に存在していて、プレス方向に対して一直線になっている。プレスをすることによって、巻線26は巻線26aの位置から巻線26bの位置に、巻線27の位置を中心にした円弧軌跡で移動すると考える。そうすると端子部28は半径($b/2$)の円の軌跡を動くことになる。プレス前の端子部28aの位置から端子部28bの位置に移動する。したがって、端子部28は横方向距離では($b/2$)だけ移動したことになるので、切り込み部での端子部の移動に支障がないようにするには、切り込み部の幅は($b/2$)だけは必要になる。しかし、プレスのモデルは巻線が片方の面だけを摺動するようなモデルであるために端子部の横方向の移動は($b/2$)であるが、巻線は両方の面が相対的に摺動するので端子部の移動量としては($b/4$)になるとモデルから判断できる。実際には摺動が両面で同量という

【0078】

【数5】

$$(b/4) < f2 \leq (b/2) \quad *$$

	全幅	平行部幅	傾斜部幅
平プレスのみ	13.4	4.2	9.2
規制プレス追加	11.5	4.2	7.3

【0082】(表1)の平行部幅は図3のマンドレルの($g+2d$)に相し、傾斜部幅はマンドレルのcに関連し、傾斜部幅は両方に傾斜部があるために値的には2cに相当する。プレス前の巻線は同じのものであっても、規制プレスの有無によって傾斜部幅が異なることから、傾斜部の寸法が変化するために、巻線の全幅が異なったものになる。また平行部幅は規制プレスの有無によらない値となるので、巻線のマンドレルの設定がそのまま反映されると考えられる。

【0083】(表1)でのマンドレルの距離eは11.2に設定し、規制プレスの壁ガイド距離は11.4に設定した時のデータである。規制プレスをせずに平プレスだけでは、マンドレルの距離eの巻線をプレスすると、巻線のプレス全幅はeとかなり異なった値となる。モータの巻線を設計するうえで決定される巻線寸法では長さ

*【0079】次に平プレス工程について説明する。工程の説明にあたっては、プレスした平面状の巻線を平フォーミングコイルとして区別する。規制プレスした平フォーミングコイルを上下平らな面で平プレスを行い、所定の厚みの平フォーミングコイルにする。規制プレス後に従来の平プレスをする理由は、一つに規制プレスのコーナー部のプレスでは壁ガイド19、20の影響で所定の厚みまでプレスすることができないために、規制の壁ガイド19、20のない状態でプレスする必要がある。さらにもう一つの理由として、端子部は規制プレスが行われないために、逃がしの切り込み部25の幅f2だけ、寸法規制がかからず、壁ガイドの距離h寸法以上に巻線

【0080】従来例のような平プレスの時と、規制プレスを入れた時の平プレスフォーミングコイルの寸法は下表のようになる。

【0081】

【表1】

は、巻線の直線部を短くすることであり、特性を低下させることになる。(表1)の結果から平プレスのみで巻線全幅を規制プレスのものと同じにするためには、全幅の差1.9mm相当分を平行部の長さから引く必要がある。すなわち、平行部幅2.3mmになるようにマンドレルの距離eを調整する。つまり、規制プレスをしないために平行部の長さ4.2mmが2.3mmとなり45%の平行部の低下になる。モータ特性からもかなりの低下になる。

【0084】(表1)から規制プレスを用いることで、傾斜部の長さがマンドレルでの巻線の状態の寸法と同じような値にすることができることがわかる。規制プレスをする理由は規制プレスした巻線全幅とマンドレル距離eとの差を小さくすることができ、傾斜部を長くすることができ、モータの特性を向上させることができる。

【0085】上記の実施例の説明にあるように規制プレスをする事で巻線の全幅に占める直線部の割合を大きくすることができ、規制プレスの巻線をモータの巻線に使用することで、モータの特性を向上させることができる。(表2)に規制プレスの有無によるモータトルク特

性の相違例を示す。

【0086】

*【表2】

*

規制プレス有無によるモータの特性差

規制プレス	有1	有2	無
Kt (gcm/mA)	0.46	0.45	0.42
up率 (%)	9.5	7.1	0

【0087】プレス規制した場合の2例を「有1」、「有2」として区別し、規制プレスのない場合の例は「無」として(表2)に表した。(表2)から、プレス規制することで、モータトルク特性Ktが約5~10%程度向上していることがわかる。

【0088】次に、平プレス工程後の平フォーミングコイルを円筒状にカーリングするカーリング作業について以下に説明する。平プレスした平フォーミングコイルをカーリング棒に巻き付けて、カーリング棒に密着状態になるようにローラでカーリング成形し、その後外周にカーリングテープ(カーリングテープとして仮固定テープとは区別する)を巻き付ける。このカーリングテープを巻き付けることで、カーリング棒から巻線を取り出した時に、カーリング成形後の巻線の成形外径が安定に保たれる上に、カーリングした円筒状の巻線の円筒径のばらつきが小さなものになる。

【0089】次に、カーリング成形した状態の巻線では、加熱して成形を強固なものにするためにアニール作業をする。アニール作業について以下に説明する。巻線は自己融着線を使用しているので、加熱することで巻線同士が融着する。したがって、円筒状のカーリング成形した巻線を円筒状に筐体に入れて、130度程度の環境に置く、その温度によって自己融着線同士が融着されはどけなくなるので、その筐体から取り出し、アニール後に円筒状の巻線を製作することができる。また、カーリングテープが巻かれているので、テープの粘着材も熱硬化型の接着材であれば、より円筒成形が強固なものになる。カーリングテープの幅g2は仮テープの幅の関係式と同様に次の関係にある。

【0090】

【数6】

$$(g+2d)/2 < g2 < (g+2d)$$

【0091】カーリングテープを貼る時はカーリング棒が存在するので貼り易く、下限の幅以下でも実際に問題ないように考えられるが、仮固定テープの上に貼るので仮固定テープを覆うような効果のために、仮固定テープと同じ幅のものかそれ以上の幅のカーリングテープを使用している方が好ましい。(数2)(数6)から、六角形の巻線の時に貼る仮固定テープやカーリングテープの幅は六角形の巻線をプレスした時の平行部の幅よりも小さなものを使用している。平行部の巻線厚みは薄いためにテープを貼っても巻線の厚みに影響がでにくい。巻線の厚みが大きくならないように、使用するテープの厚み

は薄いものが使用される。一例として25μmの基材のものが使用される。

【0092】図9は上記の巻線を使用したスロットレスのコア付きモータの断面図である。このスロットレスのコア付きモータはサーボ制御のブラシレスモータである。そのコア29は固定側であって、マグネット30の付いているフレーム31が回転側である。ロータフレームの円筒状部分の内側にマグネット30が取り付けられ、ロータフレーム31の天面側にかしめ固定されたボス32があり、ボス32にはシャフト33が圧入固定されている。シャフト33はハウジング34に固定された焼結メタル35、36に回転支承されている。ハウジング34にはモータ駆動回路が実装された基板37が取り付けられ、さらにはスロットレスのコア29がマグネットに対向するように取り付けられ、絶縁されたコア29とマグネット30の間にコア29に密着するように円筒状の巻線38が配置されている。その円筒状の巻線38は上述のフォーミングコイルを円筒状にした巻線である。その巻線38の端末処理部は基板37に半田で接続されている。

【0093】モータのスロットレスコアには、エポキシ樹脂の電着塗装が膜状に施されている。そのエポキシ膜39は巻線38とコア29との電気絶縁を目的にしたものである。膜厚が厚い方が絶縁性はより安定するが、膜厚が厚いと巻線38とコア29の間に空隙が生じ効率低下することになるので、膜厚はできるだけ薄くするような工程を採用している。電着塗装膜のスプレー塗装によっても膜形成が可能である。

【0094】電着塗装膜は絶縁性の優れた膜であって、工業的には比較的容易に膜形成できるうえに、電着塗装膜は耐環境性が優れているために空気以外の環境たとえば油などの環境下でも、モータ使用が可能となる。絶縁に絶縁テープをする場合は油などの環境下では粘着剤が特性劣化するために使用できないが、電着塗装膜では油などの環境でも問題なく使用できる。

【0095】コアに電着塗装を施す工程の例を以下に説明する。

【0096】浴槽に水溶性または水分散型塗料を入れ、コアを浴槽に侵漬し、導電性のコアの塗装する箇所を電極を取り付け、浴槽に付属する対極との間に通電すると、電荷を持った樹脂粒子は電気泳動によってコアに移動して析出する。これを水洗して焼き付ける。

【0097】浴の組成や温度、通電条件を適正な水準に

管理すると、塗膜厚の調整が容易でばらつきの少ない電着塗装膜ができ、 $10\mu\text{m}$ で公差 $\pm 5\mu\text{m}$ でも管理できる。コアは外周部にも電着塗装膜がつくので、電着塗装膜を管理すれば、モータ組立特性上問題にはならない。薄い電着塗装膜の場合、電着塗装膜でコアと巻線との絶縁を持たせるためには、コアエッジ部のエッジカバー率

があまり高くないので絶縁膜の強度には注意が必要である。

【0098】また、電着塗装膜ではなく、蒸着重合薄膜を施すこともある。その蒸着重合薄膜は対環境特性が優れているので、油の中や水の中などに使用される場合には採用される膜である。その蒸着重合薄膜について、説明をする。蒸着重合法は、物理的な真空蒸着法を基に熱エネルギーによりモノマーを蒸発、活性化させ、基材上でモノマーを重合させることにより高分子薄膜を作製する方法である。この方法は高分子薄膜が単純な装置で製作できるので本願のモータコアの絶縁や電子部品材料へ応用ができる。モータのコアの絶縁膜に高分子薄膜を工業的に処理するためには、膜厚の制御性、均一性、大面積化、処理速度の高速化、膜性能の再現性などの条件を

満足する方法が要求される。

【0099】この蒸着重合法は次のような特徴がある。

【0100】無媒体、無溶媒で重合できること。

【0101】真空中であるので不純物の混入がさけられ高純度の薄膜ができること。

【0102】薄膜が容易に得られること。

【0103】分子配列の制御が可能であるので薄膜制御性がよい。

【0104】ドライプロセスである。

【0105】薄膜の電気特性は溶液法で作製した膜と同等である。

【0106】難加工性高分子の薄膜法として最適である。

【0107】マスク蒸着が可能であるため膜のパターン形成が簡単にできる。

【0108】モータのコアの場合は形状が複雑であったりするので、全方向同時蒸着重合法が用いられる。この全方向同時蒸着重合法は、基材や真空槽壁をモノマー分子の蒸発温度以上に加熱しておき、この中に2種類のモノマーを同時に導入し、両者が基材上で反応して蒸気圧の低い二量体や三量体となり基材上に付着し、さらに反応して高分子の薄膜を成長させる。モノマー分子が真空槽全面化から蒸発するので、複雑な基材にも均一に薄膜が形成できる。

【0109】またモータのコアに使用される薄膜には、ポリアミド、ポリアゾメチル、ポリ尿素、ポリオキサジアゾール、ポリウレタン、ポリエステルなどに加えて、ポリイミド、フッ素化ポリイミド、ベンゾシクロブテン、フッ素化アモルファスカーボン、有機ガラス、バリレンなどが使用される。

【0110】真空での蒸着重合法によると薄膜が形成できるので、コアの角部のカバーコート率は良くなり、巻線とコアとの絶縁が確実にできる。

【0111】図9のモータのスロットレスコア29は外径が同じコアであるが、コア径を部分的に変更したコアを用いる場合がある。そのようにする目的などについては巻線の厚みについての説明後に後述する。

【0112】図9は、シャフト33を中心にして内側から、軸受、ハウジング、コア、絶縁膜、巻線、空気の隙間、マグネット、ロータフレームのような構成で、スロットレスのコア付きモータの構成となっている。

【0113】ここで、巻線の基本的な巻数の決定方法とマンドレルの距離の設定方法について説明する。いろいろな巻線仕様があるために、設計方法は異なるが、基本的な2極のマグネットと3相の巻線であるとする。

【0114】モータの巻線を設計する上で決定される巻線の緒元寸法はコイル長さ L_c 、コイル外径 D_o 、コイル内径 D_i である。コイルの内径 D_i と外径 D_o からコイルの平均径 D_m は次式になる。

【0115】

【数7】

$$D_m = (D_i + D_o) / 2$$

【0116】このコイルの平均径 D_m で決まる円周部に巻線が整列に巻かれるとすると、周長 L_m は次式になる。

【0117】

【数8】

$$L_m = \pi \cdot D_m$$

$$= D_c \cdot \phi$$

$$= (d_c + 2\delta) \cdot \phi$$

ただし、 D_c ：コイルの総線径

δ ：コイル皮膜厚み

ϕ ：全巻数

【0118】したがって、3相の場合は各相の巻数 ϕ_s は

【0119】

【数9】

$$\phi_s = \phi / 3$$

【0120】となる。

【0121】実際には、巻線のトラバース量ピッチばらつきや使用する線径のばらつきによって計算式のみでは決定できないので、巻線をしながら調整する。

【0122】コイルの内外径が決まれば、マンドレルの開き幅 b が決定できる。マンドレルの開き幅 b は周長 L_m を360度と考えると180度相当分になる。つまり、次式で表される。

【0123】

【数10】

$$b = L_m / 2$$

【0124】設計で要求される巻線の長さ L_c から、マンドレルの距離 e を決める。巻線を平プレスした時に傾斜部の長さに変化しない場合として、マンドレルの距離はコイル長さ L_c と同じにして、仮に巻線を製作する。

【0125】規制プレスのない場合は、平プレスした巻線の全幅 L_p がコイル長さ L_c でないことが多いので、 $(L_p - L_c)$ の値だけ、巻線の平行部幅から引く必要があり、マンドレルの距離を $(L_p - L_c)$ だけ短くして、巻線を製作して、巻線の全幅 L_p がコイル長さ L_c に等しくなるまで、調整を繰り返す。この作業が実軸のマンドレルの場合はマンドレルの製作にまで及ぶので、簡単には調整できないが、本発明の分割マンドレルの場合ではマンドレルのあわせ距離を変更して調整することで調整が容易にできる。

【0126】規制プレスの場合も同様にして、巻線の全幅 L_p がコイル長さ L_c に等しくなるまで調整をするが、規制プレスの場合は規制プレスの壁ガイドの距離にも関係するので、調整が大変であるので、(数4)の関係式から、 L_c が決まれば、壁ガイドの距離 h を以下のような関係にする。

【0127】

【数11】

(1) $d_c \leq 0.05 \text{ mm}$ の場合

$$L_c - 3 \cdot d_c < h < L_c$$

(2) $0.05 \text{ mm} < d_c \leq 0.075 \text{ mm}$ の場合

$$L_c - 7 \cdot d_c < h < L_c - 2 \cdot d_c$$

(3) $0.075 < d_c \leq 0.1 \text{ mm}$ の場合

$$L_c - 10 \cdot d_c < h < L_c - 4 \cdot d_c$$

(4) $0.1 \text{ mm} < d_c < 0.2 \text{ mm}$ の場合

$$L_c - 15 \cdot d_c < h < L_c - 6 \cdot d_c$$

【0128】壁ガイドの距離 h を上記関係にして、巻線を製作して設計寸法の巻線ができるように各部の寸法などを調整する。モータの特性には目標の抵抗値や使用可能な巻線線径によって左右もされるので、(数1)～(数11)を基に、モータの緒元を決定する。

【0129】マンドレルの開き角 a は巻線の緒元寸法からは決定されるものではなく、モータの巻線を安定に製作するための経験などによって決まるものである。決定の際の問題点は後述する。

【0130】図10には、平プレスした平フォーミングコイルの模式図を示す。図10(a)は巻線の1本1本が理解できるように実体を表現した実体模式図であり、仮固定テープが貼られている。図10(b)は巻線の相や端子部などの形体を表現した形体模式図である。図10において、40、41は六角形部であって、41の六角形部は上側の巻線によって紙面の上からは直接見えないので、波線を用いて六角形部を表している。42は平行部、42aは下側巻線の平行部、42bは上側巻線の

平行部、43は傾斜部、43aは下側巻線の傾斜部、43bは上側巻線の傾斜部である。平行部42は整列巻回した六角形の巻線の平行部に相当する。プレス前も整列になっているので、プレス後の平行部42も整列になっている。下側巻線の平行部42aは1層の巻線の配列になり、また上側巻線の平行部の42bも1層の巻線配列になっている。図10のような平プレスフォーミングコイルをカーリングすると、六角形部40と六角形部41とを巻線の円筒状にして重なるために、平行部42の巻線はどこの箇所も上側巻線の平行部42bと下側巻線の平行部42aとが存在することになり、平行部42では均一な厚みの巻線になる。巻回時の巻回長さ f を整列に巻線は巻回されているので、巻線の平行部は整列配置の巻線になっていて、巻線の平均周長 L_m に巻回長さ f が等しい。

【0131】図10において、円筒形状にした時の角度を表示している。たとえば、六角形部40の角度は180度に相当し、端子部間の角度は120度である。

【0132】図11は平フォーミングコイルの平行部の巻線の模式図である。上下側の巻線の平行部の長さ f_3 は、図11のようにコイル総線径 D_c の巻線が巻数 ϕ で整列状態にあるとすると、

【0133】

【数12】

$$f_3 = D_c \cdot \phi$$

【0134】の関係になる。平フォーミングコイルの長さは巻回長さ f によって決まり、巻回の状態が1層整列の状態であるために、平プレスしてもその1層の整列状態は維持されるので、42a、42bの上下側の巻線の平行部の長さ f_3 は巻回長さ f に等しくなる。

【0135】図12は傾斜部の巻線状態を検討するために、整列巻線部の下側を上側に傾斜するように、ずらして配置した模式図である。傾斜始め側巻線44(または傾斜始め部巻線とする)も傾斜開き角部側巻線45(または傾斜終わり部巻線とする)も密着整列であるとするれば、傾斜の始め部から終わり部までの巻線の状態を図示すれば、斜線部の箇所の巻線が重なってしまう。その重なり46はハッチングで示すが、傾斜の程度によってその重なり46は変化する。傾斜始め部巻線44と傾斜終わり部巻線が整列である以上に、巻線は重なってしまうので、重ならないように配置するには、傾斜終わり部巻線は交互の2段にならないと重なりは解消されない。その2段の状態について、傾斜部の巻線状況を再度説明しながら、以下の説明する。

【0136】また、図13は傾斜巻線の説明模式図である。巻線は傾斜してない平行部では図11のように整列になっているので、平行部から傾斜部に移行する近傍の平行部でも整列になっていると考えたと図13に示す下部側の巻線のように整列となっている。

【0137】図12のように傾斜部に重なりがないため

には、1列ではない状態になっている必要がある。そのことを説明するために、図13では、巻線の総線径Dcが巻数φで整列しているため、横方向に整列配置した巻線は長さf4で表す。この整列配置の巻線が傾斜部では、傾斜部の開き角αとすれば、傾斜部の傾斜角度は(α/2)となる。また、巻線が傾斜をもって、1層の状態に傾斜部がなっていると考えると半径f4の円弧(破線で表示)で描く位置まで、巻線は存在することになるが、実際には巻線は傾斜部距離f5の範囲にしか存在しない。したがって、f4 > f5の関係にあるので、傾斜部は1段(1層)の巻線の状態でないことになる。

【0138】横方向に整列配置した長さf4と傾斜部距離f5の関係を傾斜部の傾斜角(α/2)を使用して表すと、次式になる。

【0139】

【数13】

$$(f5 / f4) = \cos(\alpha / 2)$$

【0140】である。

【0141】横方向に整列配置した長さf4はf4 = f3であることから、傾斜の際の巻線は整列の配置になっている。したがって、(数13)から得られるf5 < f4の関係から、傾斜部の巻線は整列配置になっていないと推測される。

【0142】(数13)から、f5 < f4の関係が得られることは異なった状態に傾斜部がなっていると推測される。傾斜部は1層状態ではなく、1層以上の状態になっていると考えられる。(数13)から、

【0143】

【数14】

$$f4 / f5 = 1 / \cos(\alpha / 2)$$

【0144】のように変形すると、(f4 / f5)の値は巻線の層数に関係する。

【0145】(数14)の関係を図14に表す。(f4 / f5)が1より大きいと、1層状態でないことになり、積層状態が規則的であれば、(f4 / f5)の値の切り上げ整数値が層数であると考えられる。図14から傾斜部開き角α = 120度以下の場合1 < (f4 / f5) ≤ 2であるので、層数は2である。しかし、120度を超える場合は角度によって層数が大きく異なる。たとえば、傾斜部開き角α = 130度の場合の層数は3で、傾斜部開き角α = 150度の場合の層数は4で、傾斜部開き角α = 160度の場合の層数は6であることになる。傾斜部開き角αが180度のときは層数が無限大となる。傾斜部開き角αが180度はマンダレルの開き角aが180度に相当すると考えると、マンダレルの開き角aが180度の時は、(f4 / f5)は無量大となるので、マンダレルの開き角180度は実際には今のままのマンダレルに巻回する工法では実用できない内容である。したがってマンダレルの開き角aは170度以下としている。マンダレルの開き角aが大きくなればなる

ほど、層数が大きくなるので、プレス工程でのわずかな設定条件などによって、プレスフォーミングコイルの出来が左右される。

【0146】しかし、実施例におけるマンダレルの開き角aは120度以下ではなく121度以上になっている。それは、巻線の平行部の長さを長くし、モータ特性の向上を図るためである。マンダレルの開き角aが120度では、平行部の長さで傾斜部の長さが同じに巻回されるが、121度以上では平行部の長さの方が傾斜部の長さよりも長くなる。マンダレルの開き角が120度からより大きくなるにしたがって、平行部が長くなる。マンダレルの開く角を121度以上にするので、層数は2以上になるが、平行部の長さを長くすることができ、さらには、本発明では、円筒軸方向の直線導体部の長さを長くできることにより、巻線部の傾斜部の占める長さ割合を下げるので、コアレスモータの巻線を使用したモータ特性の優れたスロットレスコア付きのモータができる。

【0147】規制プレスを併用することで、傾斜部の長さの伸びが少なくなるので、マンダレルの距離に近い巻線長さのものができる。よりモータ特性の優れたモータができる。

【0148】そのためには、マンダレルの開き角aは121度以上170度以下にする。

【0149】傾斜部の開き角αは平プレスをすることにより、傾斜部の長さが変化するので、マンダレルの開き角aは傾斜部の開き角αと同じにはならないが、それは傾斜部の長さが変化するために一致しないのであるから、マンダレルの開き角aに関連した値であると考えられる。傾斜部の開き角αがわからない場合はマンダレルの開き角aを傾斜部の開き角αとみなして、巻線の緒元設計を行う。マンダレルの開き角aと傾斜部の開き角αの関係については実験結果を踏まえながら後に説明する。

【0150】コイルの内径Diとマンダレルの開き角aとコイル総線径Dcが決まっている場合、コイルの外径Doと巻線巻数φを求めるには、まずマンダレル開き角aから傾斜部の層数nを決める(たとえば、a = 130度の場合、n = 2、図14より)。そのときコイル外径Doは次式で表される。ただし、巻線の外径寸法は巻線の厚みが厚くなる箇所でのコイルの外径であると考え、傾斜部でのコイル外径をコイルの外径Doとする。

【0151】

【数15】

$$Do = Di + 4 \cdot n \cdot Dc$$

【0152】上式の係数4は次のように考える。プレスによって上側コイルと下側コイルがあり、直径であることからその2倍、すなわち4倍と係数を乗じることになる。a = 130度の場合n = 2となるので、(数15)はDo = Di + 8 · Dcとなる。

【0153】したがって、その平均径 D_m は

【0154】

【数16】

$$D_m = D_i + 2 \cdot n \cdot D_c$$

【0155】となり、この平均径 D_m の外周長さ L_m は

【0156】

【数17】

$$L_m = \pi \cdot D_m$$

$$= \pi \cdot (D_i + 2 \cdot n \cdot D_c)$$

【0157】となり、総巻数 ϕ は

【0158】

【数18】

$$\phi = L_m / D_c$$

【0159】となる。

【0160】平プレスフォーミングコイルでの平行部での巻線の厚みは巻線の総線径 D_c の2倍の $2D_c$ であるが、傾斜部の厚みは $2nD_c$ となる。 $n=2$ の場合の厚みは $4D_c$ となるので、 $2D_c$ 分傾斜部が厚くなる。マンドレルの開き角 a によって、傾斜部の厚み増加分は異なり、 $a=150$ 度では $6D_c$ となる。

【0161】マンドレルの開き角 a と傾斜部の開き角 α の関係については実験結果を踏まえながら説明する。

【0162】まず、マンドレルの開き角 a の巻線を平プレスのみにしたプレスフォーミングコイルの傾斜部の開き角 α を測定した。

【0163】図15にはマンドレルの開き角 a に対する傾斜部の開き角 α の関係を示す。マンドレルの開き角 a の巻線を平プレスするので、マンドレルの開き角 a が大きくなると傾斜部の開き角 α も必然的に大きくなる。傾斜部の幅の変化がなければ、 $a=\alpha$ になるが、上記に説明したように実際には傾斜部の幅は変化する。図15には $a=\alpha$ の関係の線を破線で描いているが、この破線の下側に測定点があることから、平プレスをすればマンドレルの開き角 a よりも小さな傾斜部の開き角 α になる。したがって、平プレスすることで、巻線の傾斜部の幅はプレス前よりも長くなることがわかる。

【0164】図16はマンドレルの開き角 a に対する傾斜部の開き角の差を表すために、マンドレルの開き角 a から傾斜部の開き角 α を引いた角度変化量との関係を示している。

【0165】図16からマンドレルの開き角 $a=120$ 度の場合が傾斜部の開き角 α からマンドレルの開き角 a を引いた角度変化量が一番小さい。すなわち、マンドレルの開き角 a が 120 度のときは傾斜部の開き角 α は 120 度に近いことになる。図14の傾斜部の開き角 α と $(f4/f5)$ の関係図から、傾斜部の開き角 α が 120 度以下の場合には $(f4/f5) \leq 2$ であること、傾斜部の開き角 α が 120 度の時は $(f4/f5) = 2$ であることから、傾斜部の開き角 α をマンドレルの開き角 a と置き換えても傾向は変わらないと考えられる。すなわ

ち、マンドレルの開き角 a が 120 度以下では $(f4/f5) \leq 2$ となり、マンドレルの開き角 a が 120 度以上の場合には $(f4/f5) > 2$ の関係になる。 $(f4/f5) = 2$ ということが特別な意味をもつことになる。つまり、マンドレルの開き角 a が 120 度のところがマンドレルの開き角 a から傾斜部の開き角 α を引いた角度変化量が一番少なくなることが形状的に特別な意味をもつと考えられる。

【0166】丸形状断面の巻線を積層する場合、規則的な積層形状には、図17のような2つの形状がある。この2つの積層形状について検討する。

【0167】巻線の総巻数が ϕ である巻線を検討しているので、巻線の総数も ϕ とする。計算上、 ϕ は偶数とする。巻線の総線径 D_c とすると、まず、図17(a)の上下積みの場合、上段の巻線の数 $\phi/2$ で下の巻線の数も $\phi/2$ となり、巻線の積層幅は $(D_c \cdot \phi/2)$ となる。図17(b)の依積みの場合でも、積層の高さは異なるが、下の巻線の数 $\phi/2$ で、上段の巻線の数 $\phi/2$ であって、巻線の積層幅は $(D_c \cdot \phi/2)$ となる。

【0168】図13に示すように平行部は1列の巻線が傾斜部においては、1層ではないように巻線が形成されることから、傾斜部の巻線状態を図17(a)上下積みの積層状態になっていると考え、(数12)からその状態の傾斜部の開き角 α を求めることができる。それを図18を使って説明する。平行部は1列の巻線状態で長さ $s1$ とし、傾斜部の巻線距離 $s2$ は傾斜部に直交した巻線の距離である。その傾斜部の角度を $\beta1$ とすれば、

【0169】

【数19】

$$s2 = s1 \cdot \cos \beta1$$

【0170】の関係がある。その平行部47は1列の巻線状態での長さ $s1$ は、 $s1 = (D_c \cdot \phi)$ であり、傾斜部48が上下積みの積層状態になっていると考え、巻線の積層幅 $s2$ は $(D_c \cdot \phi/2)$ であるので、 $s2 = (D_c \cdot \phi/2)$ を(数19)に代入すれば、

【0171】

【数20】

$$\cos \beta1 = 1/2$$

【0172】となる。すなわち、 $\beta1 = 60$ 度となる。図18のように傾斜部が上下の積層状態になる場合の傾斜部の開き角は 120 度 ($\alpha = 2 \cdot \beta1$ から) となる。図16にみられた $\alpha = 120$ 度の特異性を有するのは巻線状態の一つの状態である。

【0173】図18は傾斜始めが平行部47の状態であって、傾斜の終わり部は上下積層である傾斜部48とすると、その傾斜部48は平行部と平行に配置した巻線状態を表す巻線49 (傾斜平行部とする) は傾斜部48の巻線を以下のように配置した状態である。その配置と

は、たとえば、平行部47の巻線47aは傾斜部48aの位置に接続されたとすると、傾斜平行部49の巻線49aに配置接続される。つぎに、平行部47の巻線47bは傾斜部48bの位置に接続されたとすると、傾斜平行部49の巻線49bに配置接続される。巻線48bと巻線49bは、巻線48aが巻線49aに移行配置される傾斜部と平行に移行配置される（移行配置線50とする）。さらに、平行部47の巻線47cは傾斜部の巻線48cの位置に接続されたとすると、巻線48cは傾斜平行部49の巻線49cに配置接続される。この時の巻線48cが巻線49cに移行配置されるのは、移行配置線に平行に移行配置される。すなわち、一層の平行部は2層の傾斜部になる状態を平行部47と傾斜平行部49を接続した線で表現すると、図18のようになる。巻線で見えない平行部47の巻線と傾斜平行部49の巻線は破線で表現している。

【0174】傾斜部の巻線が複数層になれば、端（折り返し部）にいくほど平行部の影響を受けなくなるので巻線厚みは端ほど厚くなる傾向にある。さらには折り返し部は特に巻線の厚みが大きくなりやすいので、プレス工程でのプレスについては十分に注意している。

【0175】傾斜部の積層状態が依積みの場合についても、図19を使用して説明する。

【0176】s3は平行部51の1列の巻線状態の長さとし、s4は傾斜部52に直交した巻線の距離すなわち傾斜部の巻線距離とする。その傾斜部の角度を $\beta 2$ とすれば、

【0177】

【数21】

$$s4 = s3 \cdot \cos \beta 2$$

【0178】の関係がある。その平行部は1列の巻線状態で長さs3は、巻線の総線径Dcと総巻数 ϕ から $s3 = (Dc \cdot \phi)$ として表される。傾斜部が依積みの積層状態になっていると考えると、積層で巻線がずれるが、線径に比べて距離s4が大きいため、巻線の積層幅は $(Dc \cdot \phi / 2)$ とすることで、傾斜部の巻線距離s4は $s4 = (Dc \cdot \phi / 2)$ で表される。したがって、（数21）に代入すれば、

【0179】

【数22】

$$\cos \beta 2 = 1 / 2$$

【0180】となる。すなわち、傾斜の角度 $\beta 2$ は $\beta 1$ と同様に $\beta 2 = 60$ 度となる。図19のように傾斜部52が依積みの積層状態になる場合の傾斜部の開き角は120度（ $\alpha = 2 \cdot \beta 2$ から）となる。この場合も図16にみられた $\alpha = 120$ 度の特異性の巻線状態の一つの状態であると考えられる。

【0181】図19は傾斜始めが平行部51の状態であって、傾斜の終わり部は依積みである傾斜部52とする、その傾斜部52は平行部と平行に配置した巻線状態

を表す巻線53（傾斜平行部とする）は傾斜部52の巻線を以下のように配置した状態である。その配置とは、たとえば、平行部51の巻線51aは傾斜部52aの位置に接続されたとすると、傾斜平行部53の巻線53aに配置接続される。つぎに、平行部51の巻線51bは傾斜部52bの位置に接続されたとすると、傾斜平行部53の巻線53bに配置接続される。巻線52bと巻線53bは、巻線52aが巻線53aに移行配置される傾斜部と平行に移行配置される（移行配置線54とする）。さらに、平行部51の巻線51cは傾斜部の巻線52cの位置に接続されたとすると、巻線52cは傾斜平行部53の巻線53cに配置接続される。この時の巻線52cが巻線53cに移行配置されるのは、移行配置線54に平行に移行配置される。平行部51の巻線は同様にして移行配置される。

【0182】すなわち、一層の平行部は2層の傾斜部になる状態を平行部51と傾斜平行部53を接続した線で表現すると、図19のようになる。巻線で見えない平行部51の巻線と傾斜平行部53の巻線は破線で表現している。

【0183】傾斜部の巻線が複数層になれば、端（折り返し部）にいくほど平行部の影響を受けなくなるので巻線厚みは端ほど厚くなる傾向にある。さらに折り返し部は特に巻線の厚みが厚くなりやすいので、プレス工程でのプレスについては十分に注意している。

【0184】この傾斜角 $\beta 1$ 、 $\beta 2$ は巻線の傾斜部の開き角 α の $(1/2)$ にあるので、上下積み、依積みになるときは、傾斜部の開き角が120度の時である。

【0185】上下積み、依積みの形状であるが、どちらが安定に形状が保てるかと考えると、傾斜部では依積みになっていると考えるほうが妥当である。

【0186】次に、 $(f4/f3) = 4$ になるところも $(f4/f3) = 2$ のところと同様に、規則的な積層で4段になった形状に巻線が積層されと考えれば、図14から $(f4/f3) = 4$ になる傾斜部の開き角 $\alpha = 150$ 度である。したがって、マンドレルの開き角aが150度近くの傾斜部の開き角 α からマンドレルの開き角aを引いた角度変化量に何らかの違いが現れるはずである。図15、図16をよく見ると、マンドレルの開き角aが150度、160度のところでクラフの線が盛り上がっているようである。つまりマンドレルの開き角aが150度、160度ではマンドレルの開き角aから傾斜部の開き角 α を引いた角度の差の割合が近傍に比べて比較的小さくなっている。この盛り上がりは、 $a = 120$ 度の箇所のように顕著ではないが、同じような形態である。

【0187】傾斜部の開き角で表される傾斜部の折り返しについて説明する。平行部の巻線は傾斜部で層状態になるが、傾斜部の折り返し部では上側巻線から下側巻線につながって層状態になっている。したがって、折り返

しの稜線近傍の巻線状態は概念的な模式図で表すと図20に示すような状態になる。巻線をプレス時にこの状態に移動すると考えられる。図20の概念的な模式図の巻線を折り返し近傍での断面で表すと俵積みのようにになっている。図20は傾斜部の折り返しにおける頂点位置の概念的な模式巻線説明図である。図20は積層数2の場合のものである。傾斜部の折り返しの頂点位置が図20に示すように、同一直線上には並ばない。実際はバラバラになっているように見えるが、図20に示すように巻線は2つのグループ55、56に分かれてフォーミング

コイルになる。
【0188】上記説明によると、フォーミングコイルの平行部は2層状態の厚みになるが、傾斜部はマンドレルの開き角によって積層数2層以上になったところを折り重ねるので、4層以上の厚みになる。この傾斜部と平行部の巻線の厚み差はマンドレルの開き角が大きくなるにしたがって大きくなる。本発明の場合のように巻線の内側に鉄芯があるスロットレスコアの場合は同じ径のコア径であれば、巻線を固定したコア巻線組立体を製作する場合、傾斜部と平行部ではコア巻線組立体の外径がかなり異なってしまう、マグネットとのギャップを傾斜部の箇所の外径で設定することになり、モータの特性に一番寄与する導体直線部（平行部）とマグネットとのギャップが広くなり、マンドレルの開き角を大きくして平行部の長さを大きくしても、あまり特性改善にならないことがある。

【0189】したがって、均一外径のスロットレスコアではなく、巻線の厚みを考慮して、図21のようにするとモータ特性に対する効果が顕著になる。

【0190】図21(a)は図9のモータのコアを巻線平行部に相当する範囲は巻線が2層であることを考慮して、マグネットとのギャップが小さくなるようにコア外径を大きくして中央円筒部57を形成し、巻線の傾斜部に相当する範囲のコアの中央円筒部57のコア径よりも小さくして、端部円筒部58を形成したコアを製作する。このコアを使用してコア巻線組立体にしたとき、できるだけ外径が場所によって変わらないようにしている。中央円筒部57と端部円筒部58の境界に段差ができるために、巻線をコアに密着させることがしにくいので、傾斜部の巻線部の外径が平行部に比べて大きくなる。しかし、巻線単品の厚みの相違分に相当する違いまではない。

【0191】図21(b)は図9のモータのコアを巻線平行部に相当する範囲は巻線が2層であることを考慮して、マグネットとのギャップが小さくなるようにコア外径を大きくして、均一外径とし、円筒形状の中央円筒部59を有するコアになっている。巻線の傾斜部に相当する範囲のコアの外径は中央円筒部の端部からコア端部までをコア径が減少するような形状でコア径の減少外径コア部60（または径減少円形断面形状部である）を形

成する。この減少外径コア部60をコアの両端に形成しているコアであり、傾斜部の折り返し部が特に巻線の厚みが大きくなりやすいことを考慮している。そのために、コア巻線組立体にしたとき、外径が平行部と傾斜部で違いがないようにすることができる。またコアの端部の径が減少する径減少円形断面形状部であるので、傾斜部の巻線が複数層になれば端にいくほど平行部の影響を受けなくなるので巻線厚みは端ほど厚くなる。その巻線の厚みの変化に対して、コアに密着した状態でコアの外周に配置することができる。

【0192】また、コアの材料に軟磁性材であるSUYなどを使用する場合、熱処理をして磁性効果を高める必要がある。

【0193】

【発明の効果】上記実施例の記載から明らかなように、請求項1及び14記載の発明によれば、巻線の緒元が決まった中で、ヘキサ巻において円筒軸方向の直線導体部の長さを長くすることができ、巻線部の傾斜部が占める長さ割合を下げる可以降低ことができるために、サイズが決定した中でモータ特性を向上させることができるという有利な効果が得られる。

【0194】また、請求項2及び14に記載の発明によれば、分割タイプのマンドレルの隙間を変えることでマンドレル間隔を調整することができるように、隙間を有する分割したマンドレルのために、この隙間を零にするようにマンドレルをあわせて、巻線の巻形状を保ったまま、マンドレルから抜き取ることが容易にできる。また、抜きやすくするためマンドレルをテーパー状にすることもないために特性のばらつきのない巻線を使用してモータができるという有利な効果が得られる。

【0195】また、請求項3に記載の発明によれば、分割タイプのマンドレルを使用することで、マンドレル間隔を容易に調整することができるように、分割したマンドレルのマンドレル幅を電機子の電気角180度に相当する長さに規定することにより、比較的長いマンドレルの幅が確保できる、また、マンドレルの開き角も大きくするために平行部を長くでき、モータ特性のよいスロットレスコア付きモータができるという効果が得られる。

【0196】また、請求項4及び15に記載の発明によれば、円筒軸方向の直線導体部の長さを長くでき、巻線部の傾斜部の占める長さ割合を下げる可以降低できるので、モータ特性の優れたスロットレスコア付きモータができるように、規制プレスをする事で傾斜部の長さの伸びが少なくなるので、マンドレルの距離に近い巻線長さのものができ、巻線長さが決まればマンドレルの設計が短期間にできるという効果が得られる。

【0197】また、請求項5及び16に記載の発明によれば、切り込み部に端子部を収納してプレスすることによって端子部が規制プレスされない。切り込み部がない

と、端子部が折り重なった状態でプレスすることで線や端子部が断線などの影響が生じやすいうえに、プレス後にプレスされた端子部を取りはずす時にその端子部にダメージを与える危険性がないという効果を奏するものである。

【0198】また、請求項6に記載の発明によれば、規制プレスのコーナー部に相当する平プレスフォーミングコイルの厚みを所定の厚みまでプレスすることができるように、端子部にもプレスが行われ、所定の厚みになるために、エアギャップの均一なスロットレスコア付きモータが可能である。

【0199】また、請求項7に記載の発明によれば、円筒状の巻線の平行部と傾斜部の巻線厚みが異なるために、コアの径を巻線の厚みにあわせて変えることによって、コアの外周に巻線を配置した時の上記コアを使用してコア巻線組立体にしたとき巻線がコアに密着するので、コア巻線組立体の外径が場所によって大きく違わないようになる。そのためにマグネットとのギャップが全体的に均一に確保できるので、モータの特性がより向上できる。

【0200】また、請求項8に記載の発明によれば、円筒状の巻線の平行部と傾斜部の巻線厚みが異なるために、コアの径を巻線の厚みにあわせて変えることによって、コアの外周に巻線を配置した時の上記コアを使用してコア巻線組立体にしたとき巻線がコアに密着するので、コア巻線組立体の外径が場所によって大きく違わないようになる。そのためにマグネットとのギャップが全体的に均一に確保できるので、モータの特性がより向上できる。またコアの端部の径が減少する径減少円形断面形状部を有するので、傾斜部の巻線が複数層になれば端にいくほど平行部の影響を受けなくなり巻線厚みは端ほど厚くなる。その巻線の厚みの変化に対して、コアに密着した状態でコアの外周に配置することができるという有利な効果が得られる。

【0201】また、請求項9に記載の発明によれば、マンドレルの開き角が大きくなると円筒状の巻線の平行部と傾斜部の巻線厚み差が大きくなるために、コアの外周に巻線を配置しても、巻線の傾斜部に相当する箇所のコア径を小さくし、巻線と平行部に相当する箇所のコア径を大きくして、コア巻線組立体にしたとき外径巻が場所によって同じレベルにし、モータのマグネットと巻線とのギャップを均一にすることで信頼性を向上させ、巻線の平行部とマグネットとのギャップをコアの径を場所により違えることで小さくできるので、スロットレスコア付きモータの特性がより向上できるという有利な効果が得られる。

【0202】また、請求項10に記載の発明によれば、マンドレルの開き角が大きくなると円筒状の巻線の平行部と傾斜部の巻線厚み差が大きくなるために、コアの外周に巻線を配置しても、巻線の傾斜部に相当する箇所の

コア径を小さくし、巻線の平行部に相当する箇所のコア径を大きくして、コア巻線組立体にしたとき巻線外径が場所によって同じ径レベルにすることにより、モータのマグネットと巻線とのギャップを均一にすることで信頼性を向上させ、さらに巻線の平行部とマグネットとのギャップがコアの径を場所で違えることでさらに小さくできるので、スロットレスコア付きモータの特性がより向上できる。規制プレス工程があることで、巻線の平行部の割合が増すのでよりモータのトルク特性が向上する。またコアと巻線との密着性が良いため、コアとマグネットとの距離が小さくできモータの特性が向上できる。

【0203】また、請求項11に記載の発明によれば、絶縁性の優れた膜が電着塗装で容易に形成できるうえに、耐環境性が優れているために油などの環境の中でのモータ使用が可能となるという有利な効果が得られる。

【0204】また、請求項12に記載の発明によれば、絶縁性の優れた膜が真空蒸着重合法で容易に形成できるうえに、その真空蒸着重合膜は耐環境性が優れているために油などの環境の中でのモータ使用が可能となる、さらに膜厚が薄くできるので巻線とコアとの距離が小さくできるのでモータのトルク特性がよい、さらに空蒸着重合膜はエッジのカバー率がよく、角部の絶縁が確保できるので、複雑なコアでも各箇所とも均一な膜厚を形成することができ、複雑なコアの絶縁も容易にできる。

【0205】またこの方法は、

- ①溶媒を使用しないため高純度の薄膜ができる、
- ②薄膜が容易に得られ薄膜制御性がよい、
- ③薄膜の電気特性は溶液法で作製した膜と同等である、
- ④難加工性高分子の薄膜法として最適である、
- ⑤マスク蒸着が可能であるため膜のパターン形成が簡単にできる

などの有用な効果が得られる。

【0206】また、請求項13に記載の発明によれば、コアの角部のカバーコート率は良好であるので、巻線とコアとの絶縁が確実にできるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例における巻線装置の分割タイプのマンドレル図

- (a) 正面図
- (b) 上面図
- (c) 左側面図

【図2】分割タイプのマンドレルの巻線使用部断面図

【図3】図1に示す分割タイプのマンドレルの2個を巻線装置にセットした時のマンドレルの断面説明図

【図4】2個の分割タイプのマンドレルを使用した巻線巻回工程を説明する図

【図5】マンドレルに巻回した巻線にテープで仮固定した状態を示す説明図

【図6】本発明の実施例による規制ガイドプレス工程の

規制ガイド図

【図7】本発明の実施例による切り込み部の形成した規制ガイド図

【図8】プレス工程での巻線高さが零になる巻線の軌跡のモデル図

【図9】本発明の実施例によるモータの断面図

【図10】平プレスした平フォーミングコイルの模式図

(a) 実体模式図

(b) 形体模式図

【図11】平フォーミングコイルの平行部の巻線の模式図 10

【図12】傾斜部の巻線の重なりの説明図

【図13】傾斜コイルの説明模式図

【図14】傾斜部の開き角 α と($f4/f5$)の関係図

【図15】マンドレルの開き角 a に対する傾斜部開き角 α の関係図

【図16】マンドレルの開き角 a に対する傾斜部開き角の変化量図

【図17】丸形状断面の巻線を積層する場合、規則的な積層形状を示す図 20

(a) 上下積みを示す図

(b) 依積みを示す図

【図18】傾斜部が上下積みの積層状態の説明図

【図19】傾斜部が依積みの積層状態の説明図

【図20】傾斜部の折り返しの頂点位置の巻線説明図

【図21】本発明のスロットレスコアを示す図

(a) 端部円筒部のあるコアを示す図

(b) 減少外径コア部のあるコアを示す図

【図22】コアレスの巻線の巻線方法を示す図

(a) ヘキサ巻を示す図

(b) 菱形巻を示す図

(c) ハネカム巻を示す図

【符号の説明】

- 1 マンドレル
- 2 傾斜部
- 3 第一相の巻線部
- 4 第二相の巻線部
- 5 第三相の巻線部
- 6、7、8、9、28、28a、28b 端子部
- 10 巻線の巻はじめ端
- 11 巻はじめ仮巻部
- 12 巻線の巻終わり端
- 13 巻終わりの仮巻部
- 14 テープ（仮固定テープ）
- 15、16 テープを貼る面
- 17 規制ガイド
- 18 規制ガイドの受け台
- 19、20 壁ガイド
- 21 規制ガイドのボンチ
- 22 ボンチの凸部

23 凹部

25、25a、25b、25c、25d 切り込み部

24、26、26a、26b、27、38 巻線

29 コア

30 マグネット

31 フレーム

32 ボス

33 シャフト

34ハウジング

35、36 焼結メタル

37 基板

39 エポキシ膜

40、41 六角形部

42、47、51 平行部

42a 下側巻線の平行部

42b 上側巻線の平行部

43、48、52 傾斜部

43a 下側巻線の傾斜部

43b 上側巻線の傾斜部

44 傾斜始め側巻線

45 傾斜開き角部側巻線

46 重なり

47a、47b、47c、51a、51b、51c、

平行部の巻線

48a、48b、48c、52a、52b、52c、

傾斜部の巻線

49、53 傾斜平行部

49a、49b、49c、53a、53b、53c、

傾斜平行部の巻線

30 50 移行配置線

54 移行配置線

55、56 グループ

57、59 中央円筒部

58 端部円筒部

60 減少外径コア部

a マンドレルの開き角

b マンドレルの開き幅

c マンドレルの傾斜部厚み

d マンドレルの平行部厚み

40 e マンドレル間隔

f 巻線の巻回長さ

f1 テープの長さ

g 隙間

g1 テープの幅

h 壁ガイドの距離

D 巻線の直径

f2 切り込み部の幅

g2 カーリングテープ幅

Di コイルの内径

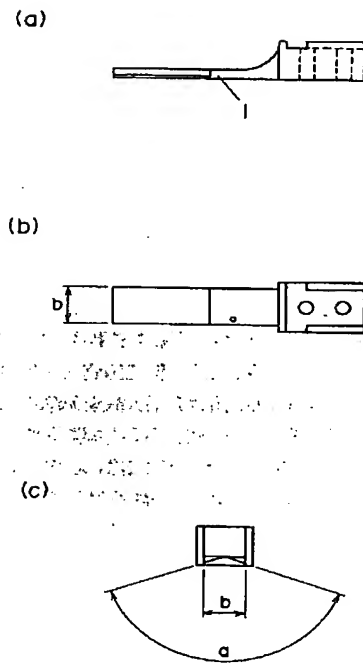
50 Do コイルの外径

D_m コイルの平均径
 L_m 周長
 D_c コイル総線径
 d_c コイルの導体線径
 δ コイル皮膜厚み
 ϕ 全巻数
 ϕ_s 各相の巻数
 L_c コイルの長さ
 L_p 巻線の全幅
 K_t モータトルク特性

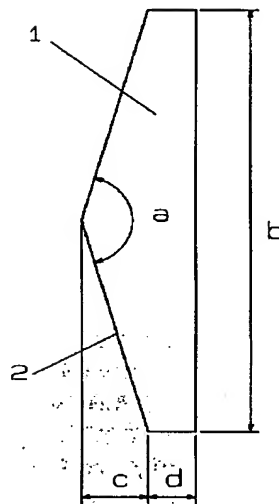
* f_3 整列状態のコイル長さ
 f_4 横方向に整列配置した長さ
 f_5 傾斜部距離
 α 傾斜部の開き角
 s_1 1列の巻線状態での長さ
 s_2 上下積みの積層幅
 s_3 1列の巻線状態での長さ
 s_4 依積みの積層幅
 β_1, β_2 傾斜角

*10

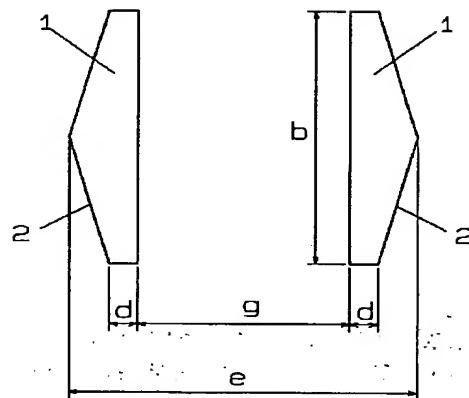
【図1】



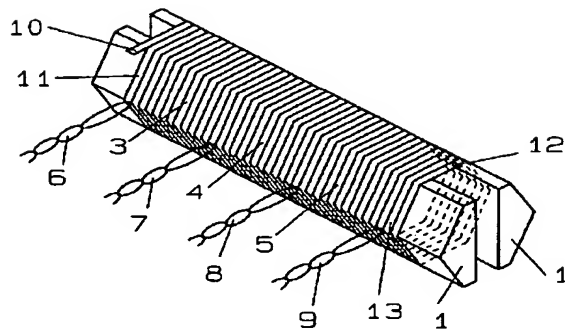
【図2】



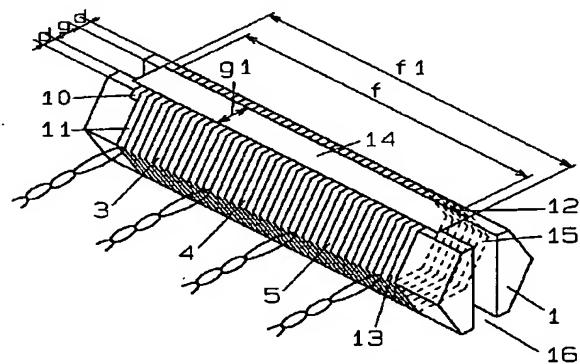
【図3】



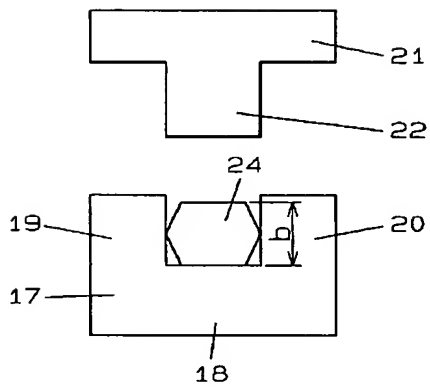
【図4】



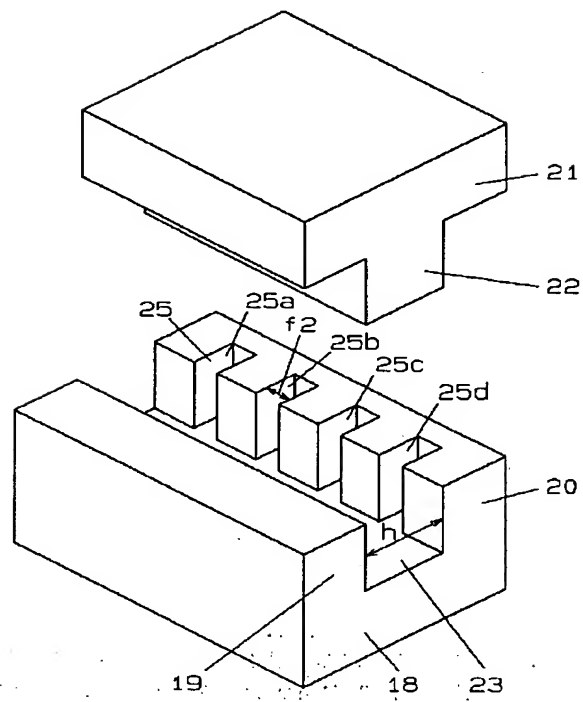
【図5】



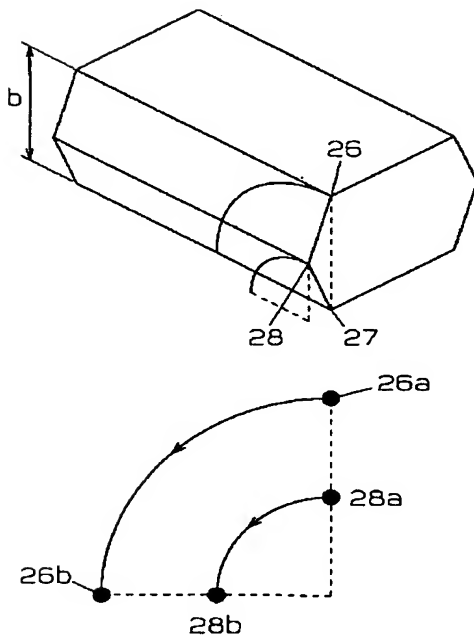
【図6】



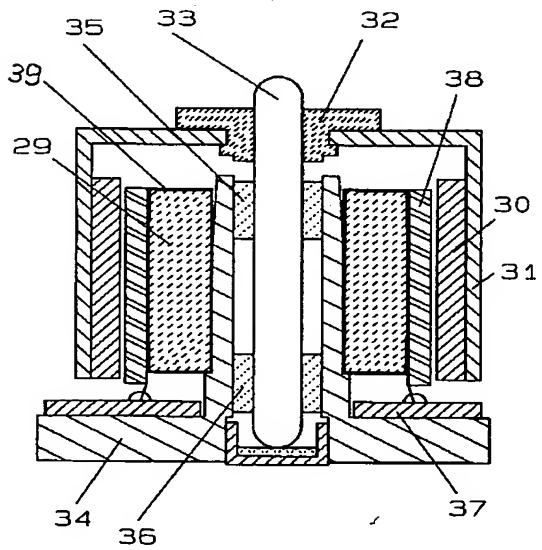
【図7】



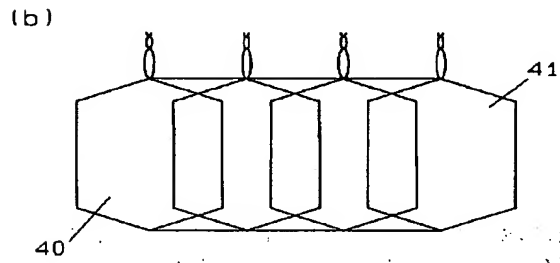
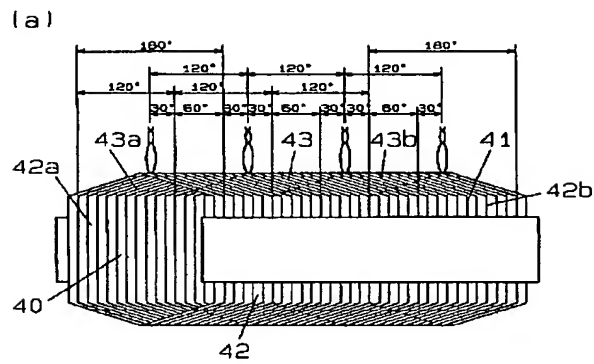
【図8】



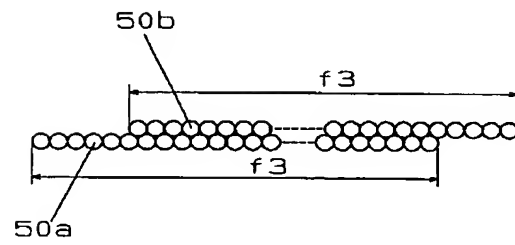
【図9】



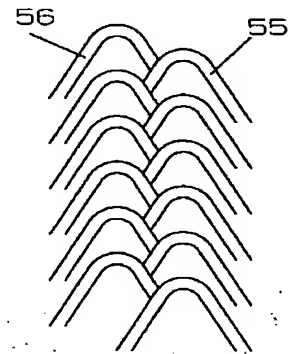
【図10】



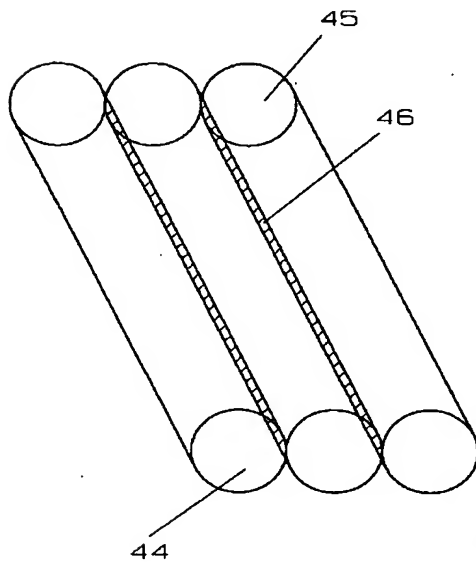
【図11】



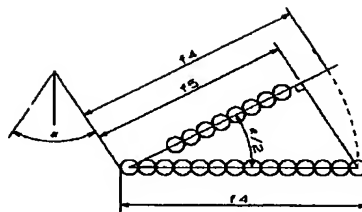
【図20】



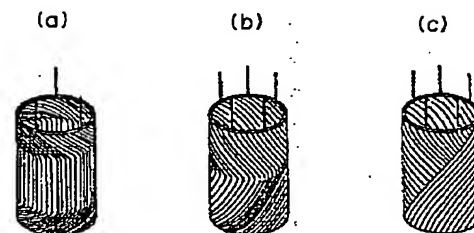
【図12】



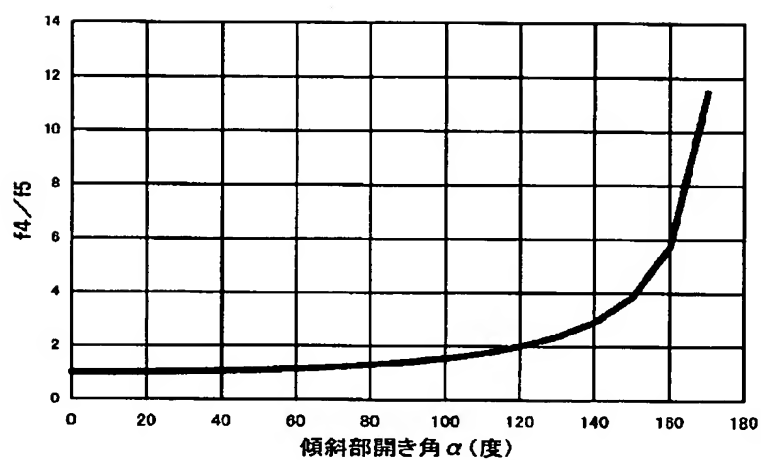
【図13】



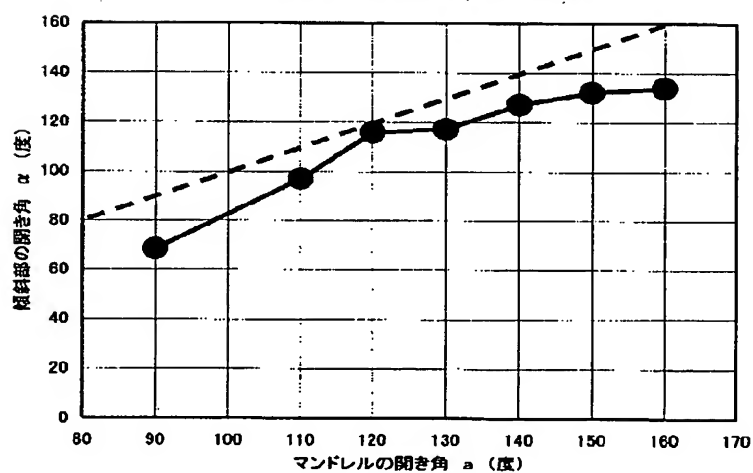
【図22】



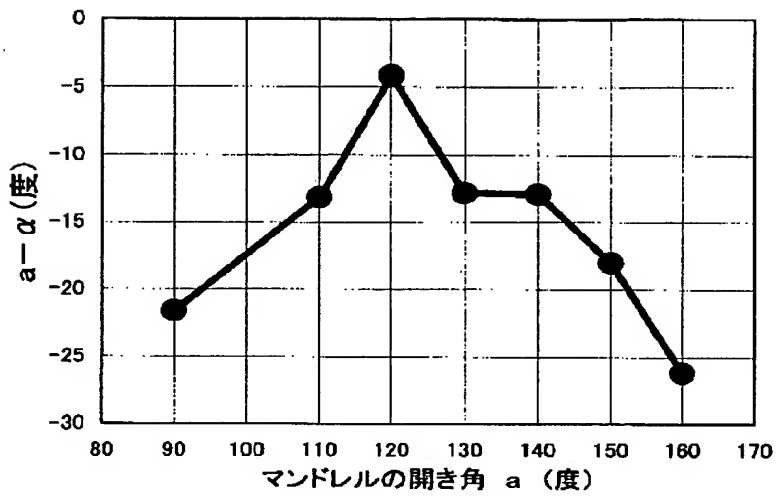
【図14】



【図15】

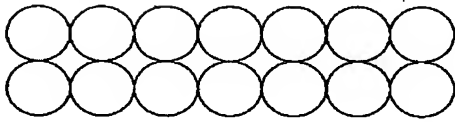
マンドレルの開き角と傾斜部の開き角 α の関係

【図16】

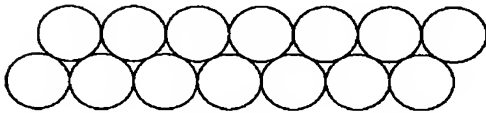


【図17】

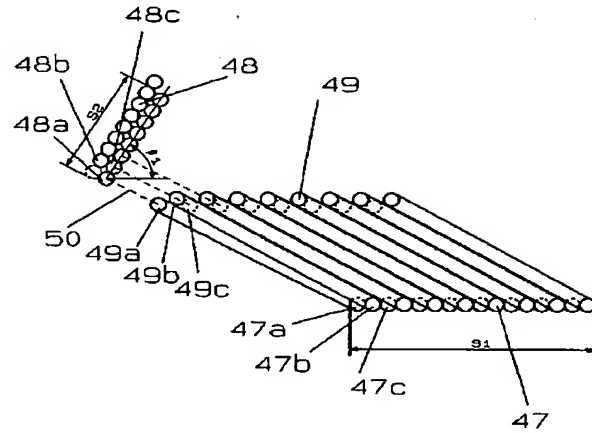
(a)



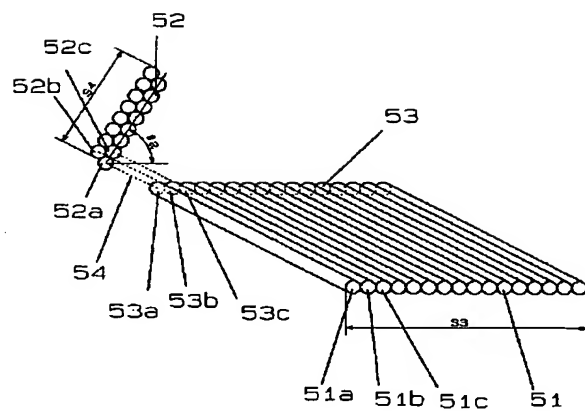
(b)



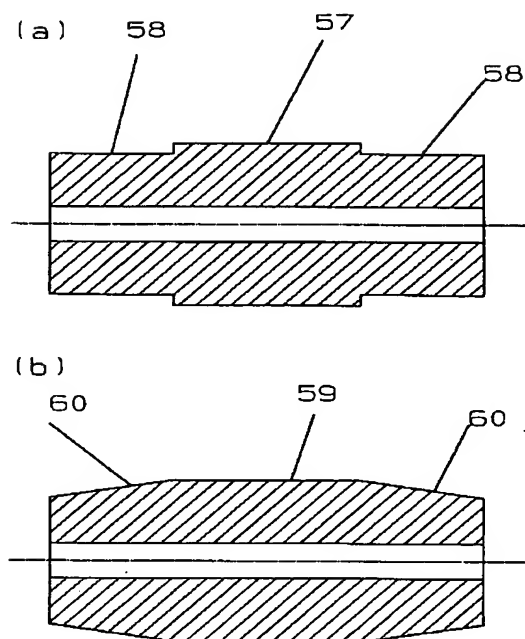
【図18】



【図19】



【図21】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

ターマコード (参考)

H 0 2 K 15/04
15/08
29/00

H 0 2 K 15/04
15/08
29/00

C

Z

F ターム (参考) 5H002 AA07 AA09 AB05
5H019 AA04 AA10 CC04 CC07 DD07
5H603 AA01 AA09 BB01 BB10 BB13
CA01 CA05 CB01 CB22 CB26
CC02 CC17 CD05 CD21 CD33
CE01 EE01 FA18
5H604 AA08 BB01 BB15 BB17 CC01
CC05 CC12 DB01 DB19 PB01
PB03
5H615 AA01 BB01 BB14 PP01 PP02
PP07 PP12 QQ02 QQ06 QQ19
QQ27 RR01 TT05 TT28